



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica

Escuela Profesional de Ingeniería Geológica

Estudio geotécnico del paso a desnivel en la Av.

Centenario, autopista Huacho Pativilca

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Geólogo

AUTOR

Erik SUYO BURGA

ASESOR

Dr. Tomas Ezequiel GALLARDAY BOCANEGRA

Lima, Perú

2019



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Suyo, E. (2019). *Estudio geotécnico del paso a desnivel en la Av. Centenario, autopista Huacho Pativilca*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Geólogo. Escuela Profesional de Ingeniería Geológica, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

HOJA DE METADATOS

- **CODIGO ORCID AUTOR:** NO
- **CODIGO ORCID ASESOR:** 0000-0003-1055-4237
- **GRUPO DE ESTUDIO:** NINGUNO
- **INSTITUCION QUE FINANCIA TOTAL O PARCIALMENTE LA INVESTIGACION:**
NINGUNA
- **UBICACIÓN GEOGRAFICA:** AV. CENTENARIO CRUCE CON CARRETERA HUACHO
PATIVILCA LAT: 11°6'27" LONG: 77°35'28.06"



- **AÑOS QUE CUBRE EL ESTUDIO:** 2016-2026



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
Escuela Profesional de Ingeniería Geológica

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO GEÓLOGO

En el Salón de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Ingeniería Geológica de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, el día jueves 06 de junio del año 2019, siendo las 17:00 horas, en presencia de los señores docentes designados como miembros del Jurado Calificador:

Ing. CIRO SERGIO BEDIA GUILLEN	(Presidente de Jurado)
Ing. IVAN MESIAS SANTOS PAREDES	(Miembro de Jurado)
Ing. PEDRO ANTONIO OLIVARES BALLENA	(Miembro de Jurado)

Reunidos para el acto académico público de colación de la Tesis del Bach. **ERIK SUYO BURGA**, quien sustentará la Tesis titulada: «**ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL PASO A DESNIVEL EN LA AV.CENTENARIO, AUTOPISTA HUACHO PATIVILCA**», para la obtención del Título Profesional de Ingeniero Geólogo.

Los miembros del Jurado, escuchada la sustentación respectiva, plantearon al graduando las observaciones pertinentes, que fueron absueltas:

A A SATISFACCIÓN DEL JURADO

El Jurado procedió a la calificación, cuyo resultado fue:

APROBADO POR UNANIMIDAD CON NOTA (17) Diecisiete

Habiendo sido aprobada la Sustentación de Tesis por el Jurado Calificador, el Presidente recomienda que la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, proponga se le otorgue el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO GEÓLOGO** al Bach. **ERIK SUYO BURGA**.

Siendo las 19:00 horas se dio por concluido el acto académico, expidiéndose dos (02) Actas Originales de la Sustentación de la Tesis.

Ciudad Universitaria, 06 de junio del 2019

ING. CIRO SERGIO BEDIA GUILLEN
PRESIDENTE DE JURADO

ING. IVAN MESIAS SANTOS PAREDES
MIEMBRO DE JURADO

ING. PEDRO ANTONIO OLIVARES BALLENA
MIEMBRO DE JURADO

DR. TOMAS EZEQUIEL GALLARDAY BOCANEGRA
ASESOR

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento eterno a mi familia, a mi padre Epifanio Suyo que partió al cielo, el cual me inculco el amor por la carrera a la cual debo muchas alegrías en mi vida, a mi madre Elena Burga que día a día da todo por el bienestar de mi persona y mi hermano, a Christian mi hermano que alegra los días con sus ocurrencias, a mi novia Betzabe Reyes que está conmigo en todo momento.

Agradezco también a los diversos profesores que me enseñaron todo lo que se sobre mi carrera, en especial a los ingenieros de la rama de la geotecnia, con mención especial al Dr. Tomas Gallarday mi asesor de Tesis, a quien gracias se concluyó el presente trabajo satisfactoriamente

DEDICATORIA

A la memoria de mi padre Epifanio Suyo Rivera

Mi Ejemplo en la carrera

A mi madre Elena,

Y a mi Hermano Christian

A mi novia Betzabe por su amor

Y paciencia

Contenido

RESUMEN.....	7
SUMMARY	9
1 INTRODUCCION	11
1.1 SITUACION PROBLEMÁTICA	12
1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA	12
1.2.1 GENERAL	12
1.2.2 ESPECÍFICOS	13
1.3 JUSTIFICACION DEL ESTUDIO	13
1.4 OBJETIVOS DEL ESTUDIO	13
1.4.1 GENERAL	13
1.4.2 ESPECIFICOS	14
2 INTRODUCCION	14
2.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO	14
2.2 UBICACIÓN, ACCESIBILIDAD Y CARACTERISTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO 16	
2.2.1 UBICACION.....	16
2.2.2 ACCESIBILIDAD	17
2.2.3 CLIMA	18
2.3 GEOMORFOLOGIA	18
2.3.1 GEOMORFOLOGIA REGIONAL.....	18
2.4 GEOLOGÍA REGIONAL	19
2.5 IMPACTO SOCIO AMBIENTAL.....	24
2.6 BASES TEORICAS	25
2.6.1 TEORTEMA DE TERZAGHI.....	25

2.6.2	TEORTEMA DE MONONOBE OKABE	29
2.6.3	CLASIFICACION SUCS	29
2.6.4	METODO DE REFRACCION SISMICA	31
2.6.5	POTENCIAL DE LICUEFACCION	33
2.6.6	CIMENTACION PARA ESTRIBOS Y MUROS DE ACCESO	34
2.6.7	CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA.....	34
2.6.8	CAPACIDAD DE CARGA FACTORADA.....	37
2.6.9	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE	38
2.6.10	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE POR CRITERIO DE CORTE	39
2.6.11	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE POR CRITERIO DE ASENTAMIENTO 40	
2.6.12	CORRELACION ENSAYO SPT Y CONO PECK	42
2.7	GLOSARIO DE TERMINOS	44
3	HIPOTESIS.....	49
3.1	HIPÓTESIS GENERAL	49
3.2	HIPÓTESIS ESPECIFICA.....	49
3.3	IDENTIFICACION DE VARIABLES	49
4	METODOLIGIA Y DISEÑO DEL ESTUDIO.....	50
4.1	RECOPIACION DE INFORMACION	50
4.1.1	GEOMORFOLOGIA LOCAL.....	50
4.1.2	GEOLOGÍA LOCAL.....	51
4.2	TRABAJO DE CAMPO.....	53
4.2.1	EXPLORACIONES GEOTECNICAS	53
4.3	TRABAJOS DE LABORATORIO	63
4.3.1	ENSAYOS ESTANDAR	63
4.3.1	ENSAYOS ESPECIALES DE RESISTENCIA AL CORTE.....	65
4.3.1	ENSAYOS ESPECIALES DE ANALISIS QUIMICOS	65

4.4	TRABAJOS DE GABINETE.....	67
4.4.1	PERFIL ESTRATIGRAFICO.....	68
4.4.2	POTENCIAL DE LICUEFACCION	71
4.4.3	CALCULOS Y RESULTADOS PARA LAS ZAPATAS DE LOS ESTRIBOS	71
4.4.4	CALCULOS Y RESULTADOS PARA LOS MUROS DE SUELO REFORZADO	75
5	COSTES DE LOS ESTUDIOS.....	78
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
6.1	CONCLUSIONES.....	79
6.2	RECOMENDACIONES	80
7	BIBLIOGRAFIA.....	81

RESUMEN

La presente tesis consiste en el estudio de las características y propiedades del suelo existente en la zona comprendida entre el cruce de la carretera Panamericana Norte Km. 149+300 con la Av. Centenario, donde era necesario construir la continuación de esta importante vía por un nivel superior debido al crecimiento de la expansión urbana y el constante e inminente peligro de accidentes en la intersección de estas importantes vías.

El objetivo de la presente tesis es el estudio del proceso ingenieril que cumpla y satisfaga al crecimiento del parque automotor de la ciudad de Huacho, mediante la determinación de las propiedades geotécnicas de los suelos en los lugares a efectuarse la construcción del paso a desnivel.

La hipótesis plantea que el terreno en donde se construirá el puente y sus estribos es el adecuado para la ejecución del mismo, esto se ve demostrado en los ensayos y estudios geotécnicos efectuados.

El método de la investigación se siguió un programa de trabajo con un diseño de tipo experimental en base a la recopilación de información de antecedentes técnicos, evaluación en campo mediante observaciones geológico-geotécnicas y ensayos in situ, para ello se llevó a cabo la ejecución de sondeos geotécnicos, calicatas y ensayos geofísicos. Todo este material recopilado ha sido enviado a laboratorio y los resultados analizados para su posterior interpretación.

En conclusión, según las características del terreno de cimentación del área en estudio, que están conformadas por gravas pobremente gradadas, medianamente densas a densas con número de golpes del SPT superiores a 50 y por la profundidad del nivel freático registrado que en promedio es 10.50m, se descarta la ocurrencia del fenómeno de licuefacción u otros fenómenos que puedan afectar al paso a desnivel.

Cabe destacar que la información presentada en el presente Estudio, es solo válida para el área de emplazamiento proyectada para el Puente del Paso a Desnivel Av. Centenario.

SUMMARY

The present Thesis consists of the study of the characteristics and properties of the existing soil in the area between the intersection of the Panamericana Norte highway Km. 149 + 300 and the Centennial Avenue, where it was necessary to build the continuation of this important road for a higher level due to the growth of urban expansion and the constant and imminent danger of accidents at the intersection of these important roads.

The objectives of this thesis is to study the engineering process that fulfills and satisfies the growth of the automotive park of the city of Huacho, by determining the geotechnical properties of the soils in the places to be made the construction of the overpass.

The hypothesis proposes that the terrain where the bridge and its abutments will be built is suitable for its execution, this is demonstrated in the geotechnical tests and studies carried out.

The research method was carried out following a work program with an experimental type design based on the collection of technical background information, field evaluation through geological-geotechnical observations and on-site tests, for which the execution was carried out. of geotechnical drilling, test pits and geophysical tests. All

this material has been sent to the laboratory and the results analyzed for later interpretation.

In conclusion, according to the characteristics of the foundation ground of the study area, which are made up of poorly graded, moderately dense to dense gravels with a number of SPT hits greater than 50 and the depth of the recorded water table, which on average is 10.50m, The occurrence of the phenomenon of liquefaction or other phenomena that may affect the overpass is ruled out.

It should be noted that the information presented in this Study is only valid for the projected area of the Puente del Paso a Desnivel Av Centenario.

1 INTRODUCCION

El presente Estudio presenta la recopilación, análisis y resultados de la información obtenida en campo y laboratorio, con el fin de elaborar la geología y geotecnia del Puente y los muros de acceso en el denominado Paso a Desnivel Av. Centenario.

El puente en estudio tiene como finalidad dar continuidad a la Autopista Huacho – Pativilca en el actual cruce de la Carretera Panamericana Norte Km. 149+300.135 con la Av. Centenario, permitiendo a la Panamericana Norte continuar por un nivel superior. Los accesos al puente serán mediante muro de suelo reforzado (MSR).

Por tanto, el presente Estudio Geológico – Geotécnico, ha realizado la evaluación geológica mediante inspección de campo representados en planos geológicos a nivel regional y local. Además se llevó a cabo trabajos de prospección directa mediante cuatro (04) perforaciones diamantinas, con ejecución de ensayos in-situ (SPT y/o Cono Peck, según material registrado), y extracción de muestras para ser ensayadas en laboratorio.

Por otro lado, se realizaron ensayos geofísicos, así como también fueron ejecutadas cuatro (04) calicatas, todo esto con el fin de realizar análisis geotécnicos para la cimentación de los apoyos del puente y los muros de suelo reforzado

1.1 SITUACION PROBLEMÁTICA

La constante e inevitable expansión urbana de la ciudad de Huacho ha conllevado a que el número de viviendas se incremente, como consecuencia hay un necesario aumento en el parque automotor.

Por tal motivo es que nace una necesidad, el requerimiento de pasos a desnivel, motivo por el cual se necesitaba la realización de estudios geotécnicos y geomecánicos para la construcción de un paso a desnivel en la Panamericana Norte que alivie el constante peligro a accidentes en esta transitada vía como es la Panamericana Norte y la Av. Centenario,

El presente estudio ha demostrado que las condiciones del terreno eran las óptimas para la construcción del paso a desnivel en mención.

1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

1.2.1 GENERAL

¿Cuál es la alternativa de solución para la pista de la Av. Centenario que intercepta a la Panamericana Norte en la progresiva 149+300.135?

1.2.2 ESPECÍFICOS

¿Qué ensayos se deben efectuar para determinar las propiedades del suelo y demostrar que son propicios para la construcción de un paso a desnivel en la progresiva 149+300.135?

1.3 JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

Mediante los sondajes, calicatas y estudios geofísicos, que se practicaron en el área de construcción de los estribos del puente se llegó a determinar la naturaleza aluvial del suelo, que se encontraba formado por diversos horizontes que se especifican en los capítulos posteriores de la presente tesis.

Otro aspecto de suma importancia que justifica el presente estudio es garantizar las condiciones óptimas del terreno que sostenga al paso a desnivel, el cual evita la peligrosidad en el cruce de la av. Centenario y la Panamericana Norte, donde constantemente hay colisiones de autos.

1.4 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.4.1 GENERAL

Estudiar el proceso geingenieril (geotecnia) que satisfaga al crecimiento del parque automotor de la ciudad de Huacho y de la transitada vía Panamericana Norte en el cruce con la avenida Centenario en la progresiva 149+300.135.

1.4.2 ESPECIFICOS

- Determinar la naturaleza litológica del suelo en donde se construirán los estribos del paso a desnivel en la progresiva 149+300.135 de la Panamericana Norte cruce con la Av. Centenario
- Comprobar mediante sondeos, calicatas y geofísica, que la resistencia del suelo en el área donde se construirá el puente es la adecuada.
- Calcular la carga actuante del paso a desnivel y de sus estribos ubicados en la progresiva 149+300.135 y determinar si es la adecuada para la resistencia del suelo.
- Plasmar los trabajos en esta Tesis para presentarla a la EAP Ingeniería Geológica para obtener el Título de Ingeniero Geólogo

2 INTRODUCCION

2.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

La Concesionaria NORVIAL S.A. a partir del 15 de Enero del 2003 recibió en contrato de concesión por parte del Estado Peruano durante 25 años el tramo Ancón – Huacho – Pativilca de la Carretera Panamericana Norte. Este tramo, también denominado Red Vial 5, se sub-divide en:

- Serpentín de Pasamayo, con 22 Km de longitud.
- La autopista de doble calzada Ancón – Huacho, con 103 Km de longitud, que inicia en el Kilómetro 44 en el Intercambio Vial de Ancón, hasta el ingreso de la ciudad de Huacho.
- La carretera Huacho – Pativilca de 57 Km de longitud, que une las ciudades de Huacho, Huaaura, Supe, Barranca y Pativilca.

En este último tramo, NORVIAL S.A. tiene la obligación de construir la segunda calzada para convertirla en una vía tipo autopista

Por tratarse de un puente con dos apoyos, se programaron y ejecutaron investigaciones geotécnicas que comprendieron la realización de cuatro (04) perforaciones con diamantina efectuando ensayos SPT y/o Cono Peck, según el material identificado y recuperado. Además se ejecutaron ensayos geofísicos mediante técnicas de refracción sísmica y ondas MASW.

También se ejecutaron cuatro (04) calicatas para la exploración del suelo de cimentación en las zonas de los muros de acceso, para después mandar al laboratorio todas las muestras obtenidas para determinar sus propiedades mecánicas y de resistencia al corte.

Las investigaciones se han desarrollado según lo exigido en las Normas Técnicas ASTM, y bajo la supervisión de personal calificado.

El presente Estudio Geológico – Geotécnico se inició con la recopilación y análisis de la información bibliográfica existente, relacionada al área de emplazamiento proyectado, siendo revisada, evaluada y complementada con los trabajos geotécnicos de campo realizados.

En consecuencia, el presente Estudio contiene los siguientes Ítems:

- Geología Regional y Local
- Descripción de las Prospecciones Directas realizadas mediante calicatas, perforación diamantina, incluyendo registros estratigráficos.
- Determinación de la Capacidad de Carga por Corte para apoyos del puente y muros de suelo reforzado.
- Asentamientos Inmediatos.
- Análisis Químicos del Suelo de Cimentación.

2.2 UBICACIÓN, ACCESIBILIDAD Y CARACTERISTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.2.1 UBICACION

El Puente del Paso a Desnivel Av. Centenario, se encuentra ubicado dentro del tramo Huacho – Pativilca de la Panamericana Norte en el cruce actual de la Av. Centenario con la Carretera Panamericana Norte en el Km. 149+300.135, localizada en el Departamento de Lima, Provincia de Huaura y Distrito de Huacho.



Figura N°1: Vista aérea panorámica del paso a desnivel Proyectado

Fuente: Google Earth

2.2.2 ACCESIBILIDAD

El acceso es por vía terrestre, viajando desde Lima hasta la ciudad de Huacho mediante la Carretera Panamericana Norte del tramo Huacho - Pativilca, sobre una vía asfaltada en buenas condiciones, hasta localizarse entre las progresiva Km 149+287.34 (inicio del puente) y Km 149+312.93 (fin del puente). A continuación en las figuras, se presentan vistas panorámicas de la ubicación del Puente del Paso a Desnivel Av. Centenario.

2.2.3 CLIMA

En Huacho, los veranos son calientes, opresivos, áridos y nublados y los inviernos son largos, frescos, secos, ventosos y mayormente despejados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 14 °C a 27 °C y rara vez baja a menos de 13 °C o sube a más de 30 °C.

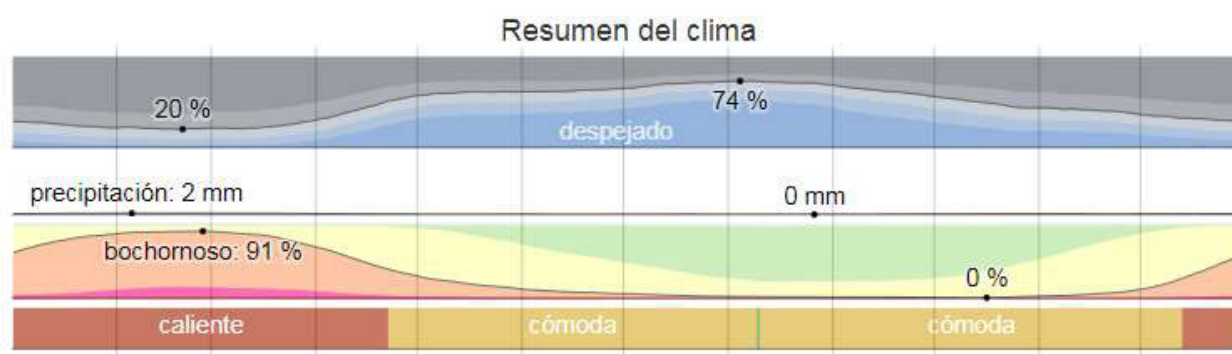


Figura N° 2 Resumen del clima en Huacho (Zona de Estudio)

Fuente es.weatherspark.com

2.3 GEOMORFOLOGIA

2.3.1 GEOMORFOLOGIA REGIONAL

Dentro del marco fisiográfico se han identificado diferentes etapas de erosión en cuyo modelo externo han participado agentes como el clima, la lluvia, y las corrientes fluviales, la geoforma más representativa son los valles.

VALLES

Se presenta a la largo de las aguas de la divisoria entre los ríos, formando en esta área una superficie con un relieve local moderado, que descienden desde una altitud de 1000 m sobre el nivel del mar

PLANICIE COSTANERA

Es la zona comprendida entre el borde litoral y las estribaciones de la Cordillera Occidental, constituida por una faja angosta de territorio paralela a la línea de costa.

En la zona de estudio constituyen amplias superficies cubiertas por gravas y arenas provenientes del transporte y sedimentación del río Huaura

2.4 GEOLOGÍA REGIONAL

ESTRATIGRAFÍA REGIONAL

La geología a nivel regional de la zona está conformada por estratigrafía reciente conformada por diversas unidades litoestratigráficas pertenecientes a la Formación Casma, predominando principalmente las unidades volcánicas é intrusivas, estas últimas afloran en forma aislada circundantes al puente proyectado. Estas rocas las podemos observas en las unidades estratigráficas, cuyo mapa regional se indica en la Figura N°3; y como se distingue en esta figura, las rocas en la zona de estudio presentan una distribución crono-estratigráfica que abarca periodos del Cretáceo hasta los depósitos del cuaternario reciente.

A continuación se describe, según orden estratigráfico del más antiguo al más reciente cada Formación Geológica reconocida regional y localmente en la zona de estudio.

FORMACIÓN CASMA (Ki-c)

Esta unidad aflora en los cerros Chiu Chiu, Lampay, y también en los cerros cercanos a las ciudades de Pativilca. Litológicamente consiste en volcánicos bien estratificados, siendo mayormente, derrames delgados de andesita masiva, de grano fino de espesor variable.

En la quebrada Pativilca aguas arriba, esta formación se encuentra conformado por lavas andesíticas masivas y estratificadas sobreyacen a una secuencia de sedimentos y tufos finamente estratificados, debajo de estos tufos plegados aparece una secuencia de piroclásticos.

Estas rocas pertenecen al cretáceo superior, terciario inferior. Son cuerpos subvolcánicos de intrusiones tempranas y cuerpos plutónicos que constituyen el batolito costanero. Estas rocas también representan al basamento rocoso que delimita el valle de Huaura.

ROCAS INTRUSIVAS

TONALITA (KTi-t-pu)

La tonalita es una roca leucócrata, de grano medio con grandes cristales prismáticos de hornblenda y hojuelas de biotita. Esta roca en general presenta un color gris oscuro. En diferentes partes de la intrusión se observa diversos tipos de tonalita, el tipo más común es una gris oscura de grano mediano con pequeños cristales prismáticos de hornblenda.

DIORITA (KTi-di-pu)

En general estas rocas tienen características parecidas a las tonalitas, aunque se diferencian por el aumento en la proporción de hornblenda y biotita, éstos minerales mantienen el mismo tamaño y textura que las tonalitas. Estas rocas afloran en los cerros del complejo Purmacana donde cubren una extensa área y son bastantes variables en composición presentando un color gris humo negro

DEPÓSITOS CUATERNARIOS

Son depósitos recientes constituidos principalmente por suelos aluviales y fluviales

DEPÓSITOS ALUVIALES (Q-al)

Los depósitos aluviales en el área investigada son de dos tipos principales: aluviales de río y aluviales de quebrada.

Los depósitos aluviales de río están constituidos por capas de grava gruesa y fina, con elementos redondeados y asociados con capa de arena, limo, y arena arcillosa

en proporciones variables. Estos depósitos son los que se registraron en las cuatro perforaciones ejecutadas.

Los depósitos aluviales de quebrada están conformados por material angular menos clasificados que los depósitos de río. Las nacientes de algunas de estas quebradas están al borde de las zonas de lluvia donde los huaycos contribuyen de una manera importante con los depósitos de quebrada.

Los depósitos aluviales tienen amplia distribución en la parte baja del valle, lugar donde el valle se ensancha ligeramente hasta llegar al mar, formando la planicie costera o planicie de acumulación de pendiente suave que es interrumpida solamente por algunos afloramientos que son los remanentes de las diversas formaciones geológicas antes descritas.

DEPÓSITOS FLUVIALES (Q-fl)

Son materiales depositados en el lecho del Río Huaura y algunas quebradas aledañas, conformado por cantos rodados de naturaleza litológica variada, de forma sub angulosa sustentados en matriz areno limoso, estos depósitos han formado algunas terrazas alrededor del lecho del río



LEYENDA				
E D A D		UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS		ROÇAS INTRUSIVAS
CUATERNARIO		Depósitos Aluviales	Q-al	
		Depósitos Marinos	Q-m	
		Depósitos Eólicos	Q-e1	
			Q-e2	
Q-e3				
TERCIARIO				
CREATACEO	Superior	Volcánico Callipuy	Kti-vca	
	Inferior	DISCORDANCIA		
		Fm. Casma	KI-c	
				Kti-dib Diorita
				KTI-g Gabro

Figura n°3 Mapa Geológico de Huacho

Fuente: INGEMMET

2.5 IMPACTO SOCIO AMBIENTAL

Considerando el grado de interrelación entre los componentes ambientales y la ejecución de la obra, el área de influencia se subdivide en directa e indirecta.

Área de Influencia Directa (AID)

Para el estudio, se delimitara el área de influencia directa ambiental del paso a desnivel como un área aproximada de 4 metros alrededor del punto de ubicación de la obra. El área de influencia directa, además, está conformada por las áreas auxiliares consideradas durante la etapa de construcción del proyecto. Desde el punto de vista social, el AID está conformada por lo centros poblados de San Lorenzo y Valdivia.

Área de Influencia Indirecta (AII)

En tal sentido, se ha considerado como la AII, a la suma de la extensión del distrito de Santa María, al que están circunscritos los centros poblados del AID.

ACTIVIDADES DEL PROYECTO	COMPONENTE SOCIO-AMBIENTAL	
	Agua, Aire, Suelo y Paisaje	Social
Funcionamiento del Paso a Desnivel Inferior	Alteración de la calidad del Aire Incremento de niveles sonoros y vibraciones	Mejora el confort del usuario Mejoramiento del flujo vehicular Mejora la calidad de vida Incremento en la seguridad vial, disminución de accidentes de tránsito
Mantenimiento de la vía	Alteración de la calidad del Aire Incremento de niveles sonoros y vibraciones	Generación de Empleo Riesgo de accidentes laborales Incremento de la seguridad vial

Cuadro n°1: Impactos Socio-ambientales de la obra

2.6 BASES TEORICAS

2.6.1 TEORTEMA DE TERZAGHI

Terzaghi fue el primero en presentar una teoría completa para evaluar la capacidad de carga última de las cimentaciones superficiales. De acuerdo a las últimas experiencias la profundidad D_f puede ser 3 o 4 veces el ancho B .

Terzaghi ideó una fórmula adecuada para cimentaciones corridas que es la siguiente:

$$q_u = c' N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma \quad (\text{donde } q = \gamma D_f)$$

Dónde:

c' = cohesión del suelo

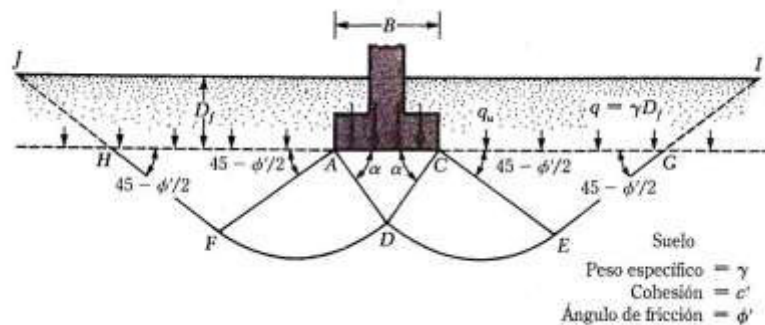
γ = peso específico del suelo

D_f = profundidad de la cimentación

B = ancho del cimiento

N_c , N_q y N_γ = factores de capacidad de carga que se hallan en tablas

ILUSTRACION N° 34



Teoría de Terzaghi para Zapata

Fuente: Teoría de Terzaghi Braja M. Das 2006

Para hallar los valores de capacidad de carga en la fórmula de Terzaghi en primer lugar se debe tomar una muestra de suelo y enviarla al laboratorio para efectuar un ensayo de corte directo de donde se consiguen los valores de C (cohesión) y ϕ con los cuales en tablas especiales se determinan los valores de N_c , N_q y N_{ϕ} . Como la primera fórmula de Terzaghi es para cimentaciones corridas posteriormente se definieron dos fórmulas más:

$$q_u = 1.3 c' N_c + q N_q + 0.4 \gamma B N_{\phi} \text{ para cimentaciones cuadradas (donde } q: \gamma D_f)$$

$$q_u = 1.3 c' N_c + q N_q + 0.3 \gamma B N_{\phi} \text{ para cimentaciones circulares}$$

Posteriormente Terzaghi mismo sugirió para estos mismos casos las siguientes formulas:

$$\text{Para cimentaciones corridas: } q_u = \frac{2}{3} c' N'_c + q N'_q + \frac{1}{2} \gamma B N'_{\phi}$$

$$\text{Para cimentaciones cuadradas: } q_u = 0.867 c' N'_c + q N'_q + 0.4 \gamma B N'_{\phi}$$

$$\text{Para cimentaciones circulares: } q_u = 0.867 c' N'_c + q N'_q + 0.3 \gamma B N'_{\phi}$$

El Factor Seguridad

El cálculo de la capacidad de carga admisible bruta de cimentación requiere en todos los casos la aplicación de un factor de seguridad (F.S.), este generalmente es 3.

$$q_{adm}: q_u / F.S.$$

Ejemplo de Aplicación

Esta calicata es para investigar la capacidad portante del suelo para un poste de la línea de transmisión en la progresiva 4210 m. Para efectuar el cálculo de su capacidad portante permisible aplicamos la fórmula de Tergazhi para zapatas aisladas que es la siguiente:

$$Q_c = 1.3 C N_c + \gamma D_f N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma$$

Se sigue el siguiente procedimiento:

PRIMERO.- Se utilizaron los datos de campo y laboratorio siguientes:

A) De campo

Df (profundidad de calicata)= 2.5 m.

B (ancho de calicata) = 1.2 m.

γ (Densidad) = 2.067 gr. /cm.³

La densidad es calculada mediante el método del cono de arena. Se dividió el peso de la tierra (extraída del agujero en el fondo de la calicata) por el volumen del agujero en cm.³. El volumen se calcula usando una arena calibrada que llena el agujero con el balón de arena.

B) Laboratorio de Mecánica de Suelos

Con un ensayo de corte directo con muestra de suelo de la calicata C-1 se obtuvo los siguientes datos:

$$C \text{ (Cohesión)} = 0 \text{ Kg. /cm.}^2$$

$$\phi \text{ (Ángulo de fricción interna)} = 37.06 \text{ grados,}$$

De este valor angular planteado en un gráfico de Terzaghi obtuvimos los valores adimensionales de carga

$$N_c = 65$$

$$N_q = 54$$

$$N_\gamma = 52$$

SEGUNDO.-Se unificaron valores de datos para aplicar la fórmula de Terzaghi de capacidad portante indicada

$$C = 0 \text{ Kg. /cm.}^2 = 0 \text{ Kg. /m.}^2$$

$$\gamma = 2.067 \text{ gr. /cm.}^3 = 2067 \text{ Kg. /m.}^3$$

$$1 \text{ m}^2 = 10,000 \text{ cm}^2$$

TERCERO.- Se aplicó la Formula de Terzaghi

$$Q_c = 1.3 C N_c + \gamma D_f N_q + 0.4 Y B N_\gamma$$

$$Q_c = (1.3 \times 0 \times 65) + (2.067 \text{ gr. /cm.}^3 \times 2.5 \text{ m.} \times 54) + (0.4 \times 2.067 \text{ gr. /cm.}^3 \times 1.2 \text{ m.} \times 52)$$

$$Q_c = 0 + (279,045 \text{ Kg. /m.}^2) + (51,592 \text{ kg./m}^2.)$$

$$Q_c = 90,637 \text{ Kg. /m.}^2$$

$$Q_c = 9.06 \text{ Kg. /cm.}^2 \text{ Capacidad Portante}$$

Aplicando el factor de seguridad

$$Q_c/3 = Q_a = 3.02 \text{ Kg. /cm.}^2 \text{ capacidad portante admisible en la calicata C-1}$$

2.6.2 TEORTEMA DE MONONOBE OKABE

El Método Mononobe-Okabe.-Es un método geotécnico empleado en el diseño sísmico de muros de contención.

Mediante este método se estima las presiones laterales activas y pasivas durante los terremotos. Este método resuelve las ecuaciones de equilibrio considerando simples asunciones sugiere las presiones activas y pasivas laterales de tierra.

Este método tiene varias limitaciones por las cuales nos indican que no es aplicable en forma general. Algunas de sus limitaciones son: no es aplicable para suelos cohesivos, el efecto de la mesa de agua detrás del muro de contención no ha sido considerado en su fórmula.

2.6.3 CLASISIFICACION SUCS

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - SUCS (Unified Soil Classification System (USCS)) es un sistema de clasificación de suelos usado en ingeniería y geología para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo. Este sistema de clasificación puede ser aplicado a la mayoría de los materiales sin consolidar y se representa mediante un símbolo con dos letras. Cada letra es descrita debajo (con la excepción de Pt). Para clasificar el suelo hay que realizar previamente una granulometría del suelo mediante tamizado u otros. También se le denomina clasificación modificada de Casagrande

Los suelos granulares o finos, según se distribuye el material que pasa el tamiz de 3'' = 75 mm; el suelo es denominado “fino” cuando más del 50% pasa el Tamiz número 200 (T200). Si no ocurre, el material es “granular” y será grava o arena.

En Esta clasificación de suelos entre granulares o finos tenemos las siguientes

GRUPO	NOMBRES TÍPICOS DEL MATERIAL
GW	Grava bien gradada, mezclas gravosas, poco o ningún fino.
GP	Grava mal gradada, mezclas grava – arena, poco o ningún fino.
GM	Grava limosa, mezclas grava, arena, limo.
GC	Grava arcillosa, mezclas grava – arena arcillosas.
SW	Arena bien gradada.
SP	Arena mal gradada, arenas gravosas, poco o ningún fino.
SM	Arenas limosas, mezclas arena – limo.
SC	Arenas arcillosas, mezclas arena – arcilla.
ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, limo arcilloso, poco plástico, arenas finas limosas, arenas finas arcillosas.
CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras (pulpa)
OL	Limos orgánicos, arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.
MH	Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos finos micáceos o diatomáceos (ambiente marino, naturaleza orgánica silíceo), suelos elásticos.
CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas gruesas.
OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta, limos orgánicos.
Pt	Turba (carbón en formación) y otros suelos altamente orgánicos.

combinaciones:

Cuadro n° 2 Combinaciones clasificación SUCS

Fuente: SUYO RIVERA E. Modelo De Investigaciones Geológicas Y Geotécnicas Para Definir La Cimentación De Estructuras De Líneas De Transmisión Eléctrica, Perú, 2017

Cada uno de estos suelos tiene propiedades y características peculiares que lo hacen útil, o perjudicial al momento de hacer las consideraciones para la construcción de cualquier estructura, por ende debemos conocer las diferentes

propiedades que presentan cada tipo de suelo, las cuales se presentan en el siguiente cuadro:

Grupo	VALORACIÓN ATRIBUTOS				APTITUDES SEGÚN USOS	
GW	+++	++	+++	+++	Mantos de presas, terraplenes, erosión de canales.	
GP	++	+++	++	+++	Mantos de presas y erosión de canales.	
GM	++	-	++	+++	Cimentaciones con flujo de agua.	
GC	++	--	+	++	Núcleos de presas, revestimientos de canales.	
SW	+++	++	+++	+++	Terraplenes y cimentación con poco flujo.	
SP	m	++	++	++	Diques y terraplenes de suave talud.	
SM	m	-	++	+	Cimentación con flujo, presas homogéneas.	
SC	++	--	+	+	Revestimiento de canales, capas de pavimento	
ML	m	-	M	m	Inaceptable en pavimentos, licuable.	
CL	+	--	M	m	Revestimiento de canales, pero es erodable.	
OL	m	-	--	m	No recomendable, máximo si hay agua.	
MH	--	-	-	---	Inaceptable en cimentaciones o bases (hinchable)	
CH	--	--	--	---	Inaceptable en cimentación (hinchable)	
OH	--	--	--	---	Inaceptable en cimentaciones o terraplenes.	
CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES	Facilidad de tratamiento en obra	Permeabilidad	Resistencia al corte	Compresibilidad	Sobresaliente	+++
					Muy alto	++
					Alto	+
					Moderado	m
					Deficiente	-
					Bajo	--
					Muy bajo	---

3

Características y Uso de los suelos según SUCS

Fuente: Universidad de Nacional de Colombia, seminario de Mecánica de

Suelos, 2013

2.6.4 METODO DE REFRACCION SISMICA

El principio del método de refracción sísmica se basa en generar ondas acústicas (ondas P) mediante golpes de una comba sobre una placa metálica (fuente), esta acción genera frentes de onda que viajan a diferentes velocidades en el medio geológico, debido a las

características de la masa y/o medio, desde la fuente de energía (el punto donde se aplica el golpe constituye la fuente) hasta los sensores (geófonos).

En esas interfases, ocurre un proceso de partición de la energía, por lo cual una porción de la energía continúa su propagación hacia el interior de la tierra, mientras que la otra porción regresa a la superficie, donde es registrada por dispositivos detectores (geófonos con una frecuencia de 14,0 Hertz).

Este principio se basa en que a mayor profundidad, la velocidad de transmisión en el medio aumenta debido a la compactación del suelo y su composición



Figura N° 4: Disposición de los puntos de tiro “Shot points” en el ensayo de refracción sísmica

Los arribos de las ondas producen vibraciones que son registrados en cada uno de los geófonos y estos son amplificadas por el sismógrafo y visualizados en la pantalla de una laptop. En la Figura N°5 se muestra

un sismograma o vibración del terreno debido a la generación de ondas mediante impactos, recepcionado en cada geófono

Todas las formas de análisis manejan criterios que utilizan la suposición de la Ley de Snell en cuanto a la reflexión y refracción de las ondas “P”, el cual es medido en este ensayo

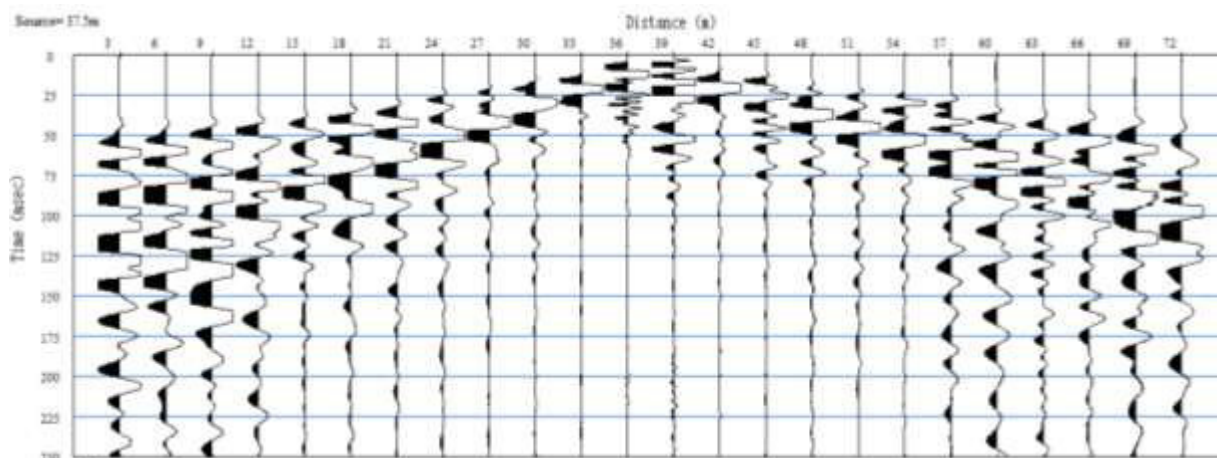


FIGURA N° 5: Disposición típica obtenido en una línea sísmica de 75m

2.6.5 POTENCIAL DE LICUEFACCION

La licuación se produce en arenas saturadas de compacidad suelta, y se puede definir como la pérdida de esfuerzo efectivo del suelo debido al incremento gradual de la presión de poros, ocasionados por cargas cíclicas provenientes principalmente de los movimientos sísmicos, lo que origina que el suelo presente un comportamiento no drenado cuando este se encuentra en un estado saturado.

Este comportamiento, se explica de la siguiente manera: Una arena suelta tiende a contraerse y durante un sismo, el primer elemento a reaccionar es el agua contenido en los poros, lo que ocasiona que la presión de poros se

incremento gradualmente, en teoría al ser un suelo con permeabilidad media ese incremento de presión de poros debería disiparse rápidamente, sin embargo al ser una carga cíclica “rápida” como la que ocurre en un sismo, este tiende a contraerse lo que no permite la disipación y ante este incremento provoca que el esfuerzo efectivo comience a disminuir perdiéndose el contacto entre las partículas del suelo granular, lo que conlleva a una pérdida de su resistencia al esfuerzo cortante.

2.6.6 CIMENTACION PARA ESTRIBOS Y MUROS DE ACCESO

El análisis de la cimentación desde el punto de vista geotécnico está dado por el cálculo de la capacidad de carga última, factorada y admisible.

Debido al alcance del proyecto, se utiliza la metodología establecida en la Especificación AASHTO-LRDF 2012 para las cimentaciones de las zapatas de los estribos del puente. Y para los muros de acceso que serán del tipo muro de suelo reforzado se utiliza la metodología sugerida por la Federal Highway Administration en su publicación N° FHWA-NHI-10-024.

2.6.7 CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA

Para su cálculo se utiliza la expresión matemática sugerida por Terzaghi-Vesic (1967), el cual ha demostrado ser lo suficientemente aproximada, y en el que se considera que el material por encima y por debajo del fondo de la cimentación es homogéneo sin mostrar mucha variación, lo cual es

una característica de los materiales registrados en las perforaciones y calicatas.

Para las zapatas de los estribos

Para el caso de las zapatas de los estribos según la Especificación AASHTO-LRDF 2012, la capacidad de carga última es tal como se indica a continuación:

$$Q_{ult} = CS_c N_c + S_q \gamma_1 D_f N_q + \frac{1}{2} S_\gamma \gamma_2 B N_\gamma$$

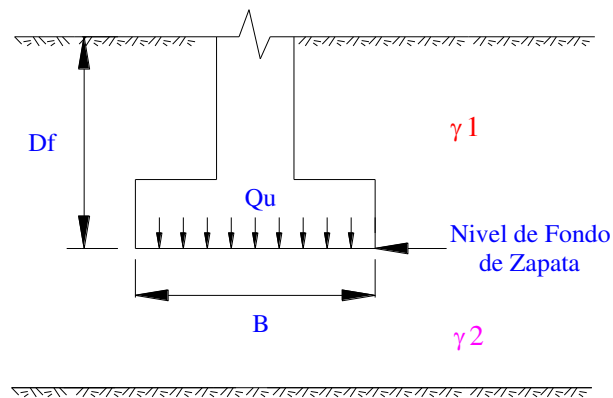


Figura N° 6: Esquema del análisis de cimentación.

Donde:

Q_{ult} = Capacidad última de carga (Kg/cm²)

C = Cohesión (Kg/cm²)

Φ = Ángulo de fricción (°)

B = Ancho de la zapata (m.)

γ_1 = Peso unitario del suelo por encima del nivel de fondo de zapata (Kg/m³)

γ_2 = Peso unitario del suelo por debajo del nivel de fondo de zapata

(Kg/m³)

D_f = Profundidad de desplante (m.)

N_c, N_q, N_γ = Factores de capacidad de carga en función de Φ .

S_c, S_q, S_γ = Factores de forma, según Vesic (1979), ver, Cuadro N°5.

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{\pi \tan \phi} \quad N_c = (N_q - 1) \cot \phi \quad N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

Tipo de Cimentación	S_c	S_γ	S_q
Rectangular	$1 + (N_q/N_c) (B/L)$	$1 - 0.4 (B/L)$	$1 + (B/L) \tan \Phi$
Circular o Cuadrada	$1 + (N_q/N_c)$	0.60	$1 + \tan \Phi$
Corrida	1.00	1.00	1.00

Cuadro n° 5: Factores de forma, según tipo de cimentación

Se considera correcciones por presencia del nivel freático, siempre y cuando se encuentre entre el nivel del terreno existente y hasta una profundidad menor o igual a $D_f + B$

Para los muros de suelo reforzado

Para el caso de los muros de suelo reforzado la capacidad de carga última según la Federal Highway Administration en su publicación N° FHWA-NHI-10-024., es tal como se indica a continuación:

$$Q_{ult} = CS_c N_c + \frac{1}{2} S_\gamma \gamma_2 B' N_\gamma$$

Donde el valor de B' es el ancho efectivo el cual considera la excentricidad de la fuerza resultante en la base del muro (e). En ese sentido si la excentricidad es negativa $B'=B$ o sino $B'=B-2e$.

Se considera correcciones por presencia del nivel freático, siempre y cuando se encuentre entre el nivel del terreno existente y hasta una profundidad menor o igual a D_f+B .

2.6.8 CAPACIDAD DE CARGA FACTORADA

Uno de los análisis que realiza el Ingeniero Estructural consiste en realizar una combinación de todas las cargas (L) que son transmitidas mediante la cimentación al terreno de fundación, todas éstas afectadas por factores de carga (γ). Por otro lado, la resistencia del suelo o capacidad última del suelo (Q_{ult}) tiene que ser afectado por un factor de resistencia (ϕ).

Estableciéndose que, para determinar si el terreno de fundación es estable y soporta la carga transmitida por la estructura, se tiene que cumplir lo siguiente:

$$\gamma L \leq \phi R$$

Por tanto, desde el punto de vista geotécnico, la Capacidad de Carga Factorada ($Q_{\text{FACTORADA}}$) del terreno de fundación para las zapatas de los estribos del puente y del muro de suelo reforzado, se determinarán con la siguiente expresión:

$$Q_{\text{FACTORADA}} = \phi Q_{\text{ult}}$$

Los valores de ϕ se establecen según lo indicado en el siguiente cuadro.

Tipo de cimentación	Factor, ϕ
Zapatas en los estribos	0.45
Muros de suelo reforzado	0.65

Cuadro n° 6: Factores recomendados para establecer la capacidad de carga

2.6.9 CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

La Capacidad de Carga Admisible (Q_{adm}) del terreno de cimentación representa la resistencia del terreno en condiciones de servicio u operación, por lo que este valor es establecido por el criterio de corte y restringido a un valor de asentamiento máximo permisible.

Este valor será calculado para las cimentaciones de las zapatas de los estribos del puente mas no para el muro de suelo reforzado.

2.6.10 CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE POR CRITERIO DE CORTE

El Ingeniero Estructural determina la combinación de todas las cargas (L) que son transmitidas mediante la cimentación al terreno de fundación, sin ser afectadas por factores de carga (condiciones de servicio). Además, la resistencia del suelo o capacidad última del suelo (Q_{ult}) tiene que ser afectado por un factor de seguridad (FS).

Estableciéndose, que, para determinar si el terreno de fundación es estable y soporta la carga transmitida por la estructura, se tiene que cumplir lo siguiente:

$$L \leq \frac{R}{FS}$$

Por tanto, desde el punto de vista geotécnico, la Capacidad de Carga Admisible (Q_{adm}) del terreno de fundación para las zapatas de los estribos del puente y el muro de suelo reforzado será determinada mediante la siguiente expresión, donde el valor de FS=3.

$$Q_{ADM-POR\ CORTE} = \frac{Q_{ult}}{FS}$$

Este valor del Q_{adm} que representa la resistencia del terreno en condiciones de servicio tiene que ser restringida a un valor de asentamiento total máximo permisible, tal como se indica en el siguiente ítem.

2.6.11 CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE POR CRITERIO DE ASENTAMIENTO

De acuerdo a las consideraciones geotécnicas de los materiales registrados en las investigaciones de campo, el subsuelo de cimentación donde se apoyarán las zapatas de los estribos, se encuentran conformados por gravas pobremente gradadas con arenas.

Para este tipo de suelos poco cohesivos el asentamiento elástico e inmediato es determinado por el método de Schmertmann y Hartman (1978), el cual establece lo siguiente.

$$\rho_i = C_1 \times C_t \times P_{neta} \times \sum_{i=1}^n \frac{I_{zi}}{E_{si}} \times \Delta z$$

$$I_{z,P} = 0.5 + 0.1 \left[\frac{P_{neta}}{\sigma'_{z,P}} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

C_i = Asentamiento inmediato (en las mismas unidades de ΔZ)

C_i = Corrección para considerar el efecto de empotramiento; $1 - 0.5 \sigma'_{z, Df} / P_{neta}$

$\sigma'_{z, Df}$ = Esfuerzo efectivo a la profundidad de D_f , o al nivel de fondo de zapata (kPa).

P_{neta} = Presión neta aplicada (Tn/m^2), $P_{neta} = Q_{adm} - \sigma'_{z, Df}$

C_t = Corrección debido al incremento del tiempo (efecto de “creep”); $1 + 0.2 \log (t/0.1)$

t = tiempo en años, se consideró el periodo de concesión, $t=25$ años.

E_{si} = Módulo de Elasticidad de la capa de suelo i (kPa)

ΔZ = Incremento de la profundidad, para este estudio fue considerado

0.20 metros

$I_{z,p}$ = Factor de Influencia máximo o pico, debido a la presión neta.

I_{zi} = Factor de Influencia del terreno de cimentación, según la profundidad analizada

σ'_{zp} = Esfuerzo efectivo hasta el nivel de influencia del presión neta (kPa).

El factor de influencia en cada estrato “i” depende del tipo de cimentación superficial, es decir si se está trabajando en un estado plano de deformaciones o no. En ese sentido para determinar el valor de I_{zi} , se utiliza las curvas mostradas en la Figura N°7

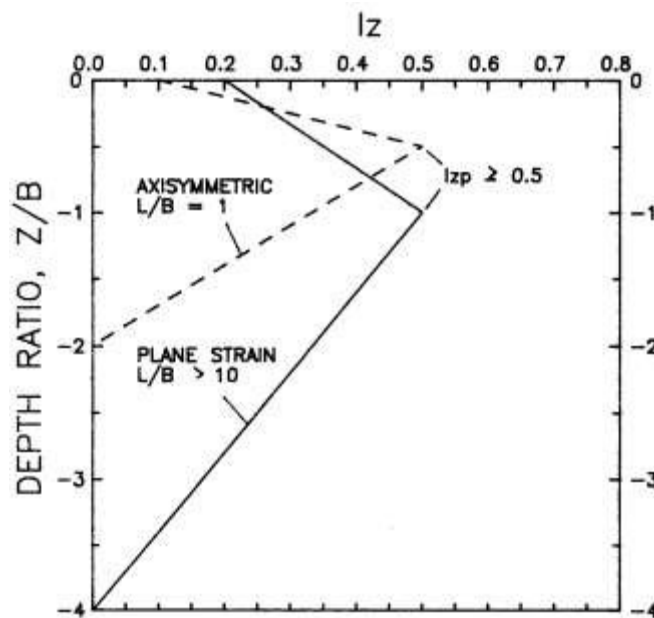


Figura N° 7: Factor de Influencia recomendado para la metodología de Schmertman. Gráfico re-impreso

Fuente: Manual de Ingeniería intitulado “Settlement Analysis”, del
Department of the Army U.S. Army Corps of Engineers

El asentamiento total máximo permisible para las estructuras denominadas zapatas aisladas rectangulares, se considera 1 pulgada que equivale a 25.4 mm.

Por lo tanto siguiendo la metodología para establecer la Capacidad de Carga Admisible definitivos (Q_{ADM}), se procede de la siguiente manera:

- Se calcula los asentamientos inmediatos, provocados por el valor de la Capacidad de Carga Admisible por Resistencia al Corte ($Q_{ADM-POR\ CORTE}$), verificando si este asentamiento resulta menor o igual al asentamiento máximo permisible establecido, de ser cierto este valor queda como definitivo para la Capacidad de Carga Admisible (Q_{ADM}).
- En el caso que el asentamiento calculado resulte superior al máximo permisible, se determina un nuevo valor de la Capacidad de Carga Admisible por criterio de Asentamiento Máximo Permisible ($Q_{ADM-POR\ ASENTAMIENTO}$) tal que provoque un asentamiento menor o igual al permisible. Finalmente este valor queda como definitivo para la Capacidad de Carga Admisible (Q_{ADM}).

-

2.6.12 CORRELACION ENSAYO SPT Y CONO PECK

En cada perforación fueron ejecutados ensayos SPT registrando el número de golpes de los últimos 30cm, tal como es indicado en la Norma E-050 de Suelos y Cimentaciones. En niveles de suelos gravosos se cambió la cuchara

partida por una punta cónica del tipo Cono Peck, como el que se muestra en la Figura N°8.

Para transformar el número de golpes del Cono Peck “Cn” a un equivalente de número de golpes que se obtendría de un ensayo SPT “N”, conservadoramente se utiliza la siguiente correlación: $N=0.5Cn$.

En consecuencia en el Cuadro N°15, se presenta los resultados empleando lo mencionado anteriormente, determinándose los valores de “N” a partir de los valores “Cn”

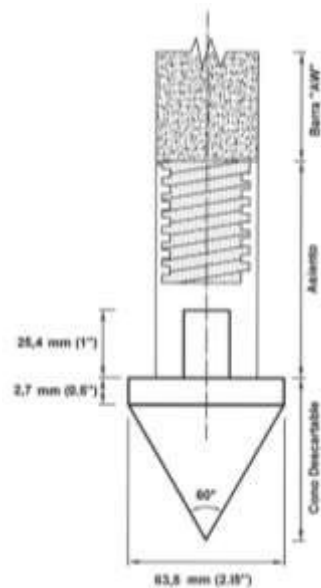


Figura N° 8: Equipo del cono utilizado en el ensayo de SPT

2.7 GLOSARIO DE TERMINOS

Granulometría: Criterio para clasificar por porcentajes de los tamaños de granos de un suelo. Asimismo se clasifica en dos grupos Suelos Gruesos y Suelos Finos.

Tamaño de Los Granos		
Bloque		>75mm
Grava	Gruesa	19-75mm
	Fina	4.75-19mm
Arena	Gruesa	2-4.75mm
	Media	0.42-2mm
	Fina	0.074-0.42mm
Limo		0.005-0.074mm
Arcilla		<0.005mm

Cuadro N°7: Tamaño de los granos según el tipo de suelo

Gradación: En clasificación de suelos, clasificaremos como un suelo bien gradado si existe una gradación continua de tamaños en las partículas de un suelo, es decir, presenta una variación de finos a grueso en su estructura. Y un suelo mal gradado si existe una gradación uniforme de tamaños en las partículas de un suelo, es decir, las partículas presentan casi el mismo tamaño.



Figura N° 9: Representación de la gradación.

Angularidad: Clasificamos la forma de los granos y/o fragmentos presentes en el suelo



Figura N°10: Representación esquemática de la angulosidad de un suelo

Consistencia: Bajo este parámetro determinamos la resistencia de un suelo al ser moldeado o deformado

Consistencia	Identificación de campo
Muy blanda	El pulgar penetrará el suelo más de 25mm
Blanda	Se penetra el suelo con el pulgar alrededor de 25mm
Firme	El dedo pulgar se hundirá en el suelo alrededor de 6mm
Dura	no se hundirá en el suelo pero la uña del pulgar se hundirá levemente
Muy Dura	La uña del pulgar no se hundirá en el suelo.

Cuadro N° 8 Rangos de Consistencia en Suelos

Compacidad: Bajo este parámetro se determina la resistencia que ofrece el suelo del tipo arenas.

Compacidad	Identificación de campo
Muy suelto	Se desmenuza o rompe con el manipuleo
Suelto	Se desmenuza o rompe con una pequeña presión de los dedos
Medianamente denso	Se desmenuza o rompe con considerable presión de los dedos.
Denso	Se desmenuza o rompe con dificultad con la presión de los dedos.
Muy denso	No se desmenuza o rompe con presión de los dedos.

Cuadro N°9: Niveles de compacidad de un suelo

Plasticidad: La plasticidad es atribuible al contenido de partículas escamosas de tamaño coloidal presentes en los suelos. Las partículas escamosas además son responsables de la alta compresibilidad y la baja permeabilidad de los suelos.

Valuación de plasticidad	Material es como
No plástica	Un bastón de 3mm no puede enrollarse con algún contenido de agua
Baja	Un bastón puede apenas enrollarse y el grumo no se puede formar cuando está más seco de lo que su límite plástico puede permitir
Media	Un bastón es fácil de enrollar y no se requiere mucho tiempo para alcanzar el LP. Un bastón no puede enrollarse después de alcanzado el LP. El grumo se desmorona cuando está más seco que su LP.
Alta	Tiempo considerable en enrollar y amasar hasta alcanzar el LP. Un bastón puede reenrollarse varias veces después de alcanzar su LP. Se puede formar un grumo sin que se desmorone, aún más seco que su LP.

Cuadro N° 10: Niveles de plasticidad de un suelo

LÍMITES DE ATTERBERG (Norma ASTM-D-4318): Se basa en el concepto de que los suelos finos pueden encontrarse en diferentes estados, dependiendo del contenido de agua

Límite Líquido: Es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico. A este nivel de contenido de humedad el suelo está a punto de cambiar su comportamiento al de un fluido viscoso.

Límite Plástico: Es el contenido de humedad por debajo del cual se puede considerar al suelo como material no plástico.

La diferencia entre estos dos límites da el valor del Índice de Plasticidad:

$$IP = LL - LP$$

Material de Relleno: Consiste en el material que se encuentra en la parte superficial del suelo y se compone por restos antrópicos, dígame plásticos desmonte, etc.

Depósito Coluvial: Es una acumulación de materiales transportados, depositados lejos de su lecho original o roca preexistente por acción de la fuerza de gravedad. Casi siempre están acumulados al pie de las laderas.

Depósito Aluvial: Es una acumulación de materiales detríticos transportados y depositados lejos de su ubicación original por acción de un flujo de agua.

Asentamiento: Es la deformación vertical en la superficie de un terreno proveniente de la aplicación de cargas o debido al peso propio de las capas.

Nivel Freático: Es la distancia a la que se encuentra el agua desde la superficie del terreno, profundidad a la que, generalmente, la presión del agua es igual a la presión atmosférica.

Perforación Diamantina: Método de exploración directa, mediante el uso de una broca adiamantada que a altas revoluciones perfora en el suelo, y mediante un tubo interior extrae el material a diversas profundidades. }

Calicata: Es una técnica de prospección que consiste en la excavación de suelos granulares y finos para examinar visualmente de manera directa su conformación y perfil estratigráfico, las condiciones del nivel freático, interfaces suelo – roca, discontinuidades y superficies de rotura.

Capacidad portante: es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno tal que no se produzcan un fallo por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo.

Muro de Suelo Reforzado: es un muro de tierra armada en que se sustituyen las armaduras metálicas, por geotextil. Es una solución más barata, a pesar de que será menos resistente.

Creep: Es un movimiento muy lento que se da en capas superiores de laderas arcillosas, de en torno a 50 centímetros de espesor o menos

Factor de Seguridad (FS): es el cociente entre el valor calculado de la capacidad máxima de un sistema y el valor del requerimiento esperado real a que se verá sometido. Por este motivo es un número mayor que uno, que indica la capacidad en exceso que tiene el sistema por sobre sus requerimientos.

3 HIPOTESIS

3.1 HIPÓTESIS GENERAL

Las propiedades Geotécnicas estudiadas mediante perforaciones, calicatas y geofísica del terreno ubicado en la progresiva 149+300.135 serían las adecuadas para la construcción del paso a desnivel en el cruce de la Av. Centenario y la Panamericana Norte

3.2 HIPÓTESIS ESPECIFICA

- Las perforaciones, calicatas y geofísica permitirán tener un resultado óptimo mediante el cual se obtendrá un periodo de utilidad para el paso a desnivel.
- El resultado de los ensayos de los laboratorios de Geotecnia permitirá tener un periodo de 20 años según la norma E-050 de utilidad de los puentes y sus estribos.

3.3 IDENTIFICACION DE VARIABLES

La variable independiente será las propiedades de los terrenos ubicados en la zona del estudio, que garanticen un factor de seguridad adecuado, y por lo tanto, la construcción y transitabilidad de la vía. Este factor de seguridad se definirá con los estudios geotécnicos adecuados.

La variable dependiente es el terreno ubicado en la intersección de la Av.

Centenario con la Panamericana Norte ubicado en la progresiva 149+300.135.

4 METODOLIGIA Y DISEÑO DEL ESTUDIO

4.1 RECOPIACION DE INFORMACION

Comprende la recopilación y análisis de la siguiente información:

- Visita de campo para definir aspectos generales del proyecto.
- Boletín N°26 – Geología de los Cuadrángulos Barranca, Ambar, Oyón, Huacho, Huaral y Canta. Hoja 22 – h, 22 – i, 22 – j, 23 – h, 23 – i, 23 – j”. Serie A de la Carta Geológica Nacional, INGEMMET, 1973, Lima – Perú.
- Fotografías satelitales “Earth Google”, en la edición Imagen NASA – Europa Technologies – Digital Globe 2008.

4.1.1 GEOMORFOLOGIA LOCAL

Evalúa las condiciones geomorfológicas del área de influencia. Esta área se extiende principalmente sobre afloramientos rocosos de la cadena costanera, la cual se presenta en este sector como una serie de alineamientos paralelos orientados de NNO a SSE.

PLANICIE COSTANERA

Es la zona comprendida entre el borde litoral y las estribaciones de la Cordillera Occidental, constituida por una faja angosta de territorio paralela a la línea de costa.

En la zona de estudio constituyen amplias superficies cubiertas por gravas y arenas provenientes del transporte y sedimentación del río Huaura

4.1.2 GEOLOGÍA LOCAL

La geología local la he realizado en 20000 metros cuadrados (dos hectáreas) cuyo eje en dirección NOSE en ese eje se ha realizado la geología tomando desde el eje 10000 metros al norte y 10000 metros al sur, lo cual ha sido corroborado con la excavación y estudios de las dos áreas de los estribos del puente en los cuales se han hecho los sondajes (2 en cada estribo, cada uno de 25 m) cada uno corroboro la misma litología compuesta por cantos rodados de grandes (mayores a 3 cms.), medianos (10 cm) y pequeños (tipo conglomerado mayores a una pulgada, también se encontró arena limosa, arena de grano fino a medio, estos cortes nos indica en un estudio de lámina delgada se ve que es material silíceo, además se usaron ácidos clorhídrico, lo cual no mostro reacción en el material extraído, considero que esta litología debe profundizarse hasta los 45 metros corroborado por un ensayo de sepultamiento y su geomorfología se observa superficies no uniformes que nos indica la presencia de terrazas mixtas , en el estudio se determinaron 3 capas de estratos las cuales se ilustran y describen en los anexos y capítulo 4.4 de la presente tesis

DEPÓSITOS CUATERNARIOS

Son depósitos recientes constituidos principalmente por suelos aluviales y fluviales

DEPÓSITOS ALUVIALES (Q-al)

Los depósitos aluviales en el área investigada son de dos tipos principales: aluviales de río y aluviales de quebrada.

Los depósitos aluviales de río están constituidos por capas de grava gruesa y fina, con elementos redondeados y asociados con capa de arena, limo, y arena arcillosa en proporciones variables. Estos depósitos son los que se registraron en las cuatro perforaciones ejecutadas, las cuales se ven descritas en el logueo y perfil estratigráfico presentado en los anexos de la presente tesis.

Los depósitos aluviales de quebrada están conformados por material angular menos clasificados que los depósitos de río. Las nacientes de algunas de estas quebradas están al borde de las zonas de lluvia donde los huaycos contribuyen de una manera importante con los depósitos de quebrada.

Los depósitos aluviales tienen amplia distribución en la parte baja del valle, lugar donde el valle se ensancha ligeramente hasta llegar al mar, formando la planicie costera o planicie de acumulación de pendiente suave que es

interrumpida solamente por algunos afloramientos que son los remanentes de las diversas formaciones geológicas antes descritas.

DEPÓSITOS FLUVIALES (Q-fl)

Son materiales depositados en el lecho del Río Huaura y algunas quebradas aledañas, conformado por cantos rodados de naturaleza litológica variada, de forma sub angulosa sustentados en matriz areno limoso, estos depósitos han formado algunas terrazas alrededor del lecho del río

4.2 TRABAJO DE CAMPO

Comprende los trabajos de campo realizados en las áreas de emplazamiento, incluyendo los siguientes aspectos:

- Ejecución de prospecciones directas mediante perforaciones diamantinas en cada apoyo proyectado del Puente del Paso a Desnivel Av. Centenario y calicatas en la zona de los muros de acceso.
- Ejecución de ensayos de in-situ, del tipo SPT y/o Cono Peck.
- Realización de ensayos de laboratorio estándares, especiales de corte directo y químicos.

4.2.1 EXPLORACIONES GEOTECNICAS

El Paso a Desnivel Av. Centenario, comprende la construcción de un Puente que cruzará transversalmente y por un nivel superior la Av. Centenario. Este puente tendrá una longitud de 25.59m (entre ejes de estribos) y estará apoyado

sobre dos estribos, que denominaremos Estribo 1 y Estribo 2, el primero localizado en el sentido Huacho – Pativilca en la progresiva Km 149+287.34 y el Estribo 2 localizado en el sentido Pativilca – Huacho en la progresiva Km149+312.93.

Además en el Paso a Desnivel se proyecta la construcción de muros de acceso del tipo muro de suelo reforzado.

Por tanto en los siguientes ítems, se abordará los trabajos de campo realizados, los ensayos de laboratorio ejecutados y los respectivos análisis geotécnicos con fines de cimentación.

4.2.1.1 Exploraciones Geotécnicas Directas-Perforaciones Diamánticas

En la zona donde se emplazará el Puente, se ejecutaron cuatro (04) perforaciones diamantinas codificadas como P-01, P-02, P-03 y P-04 localizadas en las áreas donde se proyecta la construcción de los estribos, con profundidades mayores o iguales a los 25 metros.

Las coordenadas de todas las perforaciones ejecutadas son presentadas en el Cuadro N° 11

Estructura	Estribo	Perforación	Longitud	Coordenadas UTM	
				Este	Norte
Puente Paso a Desnivel Av. Centenario	Estribo 1 (Sentido Huacho - Pativilca)	P-01	25.10	216 932	8 770 888
		P-02	25.00	216 956.	8 770 891
	Estribo 2 (Sentido Pativilca - Huacho)	P-03	25.00	216 939	8 770 919
		P-04	25.10	216 959	8 770 916

Cuadro N° 11: Ubicación de las Perforaciones en el Puente del Paso a

Desnivel Av. Centenario

Las muestras recuperadas en cada perforación fueron colocadas inmediatamente en cajas porta-testigos de madera con cuatro canales de diámetro HQ, y ordenadas de modo que la profundidad se incrementa de izquierda a derecha. En el cuadro n° A-1 del anexo A se indican las profundidades de los materiales recuperados en cada caja porta-testigo correspondiente a todas las perforaciones.

La recuperación de los suelos encontrados en cada perforación fue la más completa posible, definiéndose el porcentaje de recuperación por tramos de perforación por la siguiente expresión.

$$\% \text{de recuperación} = \frac{\text{Longitud recuperada}}{\text{Longitud total perforada}} \times 100$$

En el anexo A desde el Cuadro N° A-2 hasta el Cuadro N° A-5, son presentados los porcentajes de recuperación obtenidos en cada sondeo

Se registró presencia de nivel freático a los 10.10m, 7.40m, 9.80m y 11.00 m de profundidad en las perforaciones P-01, P-02, P-03 y P-04 respectivamente

En cada perforación fueron ejecutados ensayos SPT registrando el número de golpes de los últimos 30cm, tal como es indicado en la Norma E-050 de Suelos y Cimentaciones. En niveles de suelos gravosos se cambió la cuchara partida por una punta cónica del tipo Cono Peck

Para transformar el número de golpes del Cono Peck “Cn” a un equivalente de número de golpes que se obtendría de un ensayo SPT “N”, conservadoramente se utiliza la siguiente correlación: $N=0.5Cn$.

En consecuencia en el Cuadro N°17, se presenta los resultados empleando lo mencionado anteriormente, determinándose los valores de “N” a partir de los valores “Cn”

Perforación	Ensayo	Profundidad	N° de Golpes Cono Peck	Cn	N
P-01 (Estribo 1)	SPT 1	1.50	4/15, 7/15, 13/15	--	20
	SPT 2	3.00	7/15, 11/15, 18/15	--	29
	Cono Peck 1	6.70	100/10, --/15, --/15	100	50
	Cono Peck 2	11.40	100/8, --/15, --/15	100	50
	Cono Peck 3	16.20	100/12, --/15, --/15	100	50
P-02 (Estribo 11)	Cono Peck 1	4.80	100/3, --/15, --/15	100	50
	Cono Peck 2	10.50	100/5, --/15, --/15	100	50
	Cono Peck 3	20.00	100/10, --/15, --/15	100	50
	Cono Peck 4	25.00	100/8, --/15, --/15	100	50
P-03 (Estribo 2)	Cono Peck 1	1.80	30/15, 100/4, --/15	100	50
	SPT 1	3.00	4/15, 9/15, 11/15	--	20
	Cono Peck 2	10.20	100/8, --/15, --/15	100	50
	Cono Peck 3	15.50	100/6, --/15, --/15	100	50
	Cono Peck 4	20.50	100/4, --/15, --/15	100	50
	Cono Peck 5	25.00	100/6, --/15, --/15	100	50

Perforación	Ensayo	Profundidad	N° de Golpes Cono Peck	Cn	N
P-04 (Estribo 2)	Cono Peck 1	3.60	100/12, --/15, --/15	100	50
	Cono Peck 2	6.20	100/6, --/15, --/15	100	50
	Cono Peck 3	10.20	100/4, --/15, --/15	100	50
	Cono Peck 4	15.20	100/3, --/15, --/15	100	50
	Cono Peck 5	20.20	100/4, --/15, --/15	100	50

Cuadro N° 12: Valores de “Cn”, y transformados a “N” – Puente Paso a Desnivel Av.

Centenario

Por otro lado, siempre es necesario corregir el número de golpes (N), porque se encuentran influenciados por factores que pueden inducir a ciertos errores, los cuales tienen que ser corregidos mediante el empleo de la siguiente expresión:

$$N_{corr} = N(C_N C_E C_B C_R C_S)$$

Donde:

N_{corr} = Número de golpes corregido.

N = Número de golpes del SPT

C_N = Factor para normalizar a un esfuerzo efectivo común, es variable según profundidad del ensayo.

C_E = Corrección por relación de energía de martillo ($C_E = 0.75$)

C_B = Corrección por diámetro de perforación ($C_B = 1.00$)

C_R = Corrección por longitud de varilla, variable según profundidad del ensayo.

C_S = Corrección por método de muestreo ($C_S = 1.00$)

En el cuadro 18, se indican los valores sugeridos para todos los factores de corrección del número de golpes del ensayo SPT.

Factor	Variable del Equipo	Término	Corrección
Relación de energía	Martillo dona	C_E	0.5 - 1.0
	Martillo de seguridad	C_E	0.7 - 1.2
	Martillo dona automático	C_E	0.8 - 1.3
Diámetro de perforación	65 - 115 mm	C_B	1
	150 mm	C_B	1.05
	200 mm	C_B	1.15
Longitud 1	< 3 m	C_R	0.75
Longitud 2	3 m - 4 m	C_R	0.8
Longitud 3	4 m - 6 m	C_R	0.85
Longitud 4	6 m - 10 m	C_R	0.95
Longitud 5	10 m - 30 m	C_R	1
Método de muestreo	Muestreo estándar	C_S	1
	Muestreo sin revestimiento	C_S	1.1 - 1.3

Cuadro N° 13: Factores de corrección para el ensayo SPT, modificada de Skempton (1986) y listada por Robertson y Wride (1998)

Además, mediante los números de golpes corregidos, se puede estimar de manera confiable el ángulo de fricción, utilizando la expresión sugerida por Wolf (1989), el cual se presenta a continuación:

$$\phi = 27.1 + 0.3N_{corr} - 0.00054N_{corr}^2$$

Por tanto, en el cuadro N°19 se presentan los valores corregidos para los distintos números de golpes de campo “N” y los respectivos valores de ángulo de fricción y cohesión no drenada, obtenido mediante las correlaciones indicadas.

4.2.1.2 Exploraciones Geotécnicas Directas-Calicatas

Para los accesos de entrada y salida del Puente del Paso a Desnivel se proyectó la construcción de muros de suelo reforzado (MSR), por tanto se realizaron cuatro (04) calicatas codificadas como CG-01, CG-02, CG-03 y CG-04, con profundidades de 3m en promedio.

Muro de acceso	Calicata	L (m)	Coordenadas UTM	
			Este	Norte
Muro 1 (Sentido Huacho - Pativilca)	CG-01	3.00	216937	8770793
	CG-02	3.00	216893	8770618
Muro 2 (Sentido Pativilca - Huacho)	CG-03	3.00	216994	8771017
	CG-04	3.00	217029	8771156

Cuadro N°14: Ubicación de las calicatas ejecutadas en los muros de acceso al Puente

La representación gráfica de la ubicación de estas calicatas se presenta en el Volumen de Planos de la presente tesis

Además en el Anexo A del presente Estudio Geológico - Geotécnico se presentan los Registros Estratigráficos de cada calicata ejecutada

4.2.1.3 Exploraciones Geotécnicas Indirectas – Ensayos Geofísicos

Complementariamente a los trabajos de perforación diamantina, se realizó una campaña de ensayos geofísicos mediante la aplicación de la técnica de refracción sísmica y la técnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves).

Estos dos métodos están basados en el registro de ondas sísmicas (ondas “P” y ondas “S”) refractadas en las distintas interfaces del subsuelo con diferentes impedancias acústicas, permitiendo correlacionar la velocidad de la onda sísmica con las propiedades físicas, módulo de elasticidad, composición litológica y ubicación estratigráfica de los materiales por donde se desplaza

4.2.1.3.1 Método de Refracción Sísmica

En este Paso a Desnivel fueron programados 4 ensayos de líneas de refracción sísmica, dispuestos en los apoyos del puente.

La ubicación de estos ensayos es presentada en el Volumen de Planos del presente Tesis, y a manera de resumen se presenta en el cuadro 15.

Línea de Refracción Sísmica	Apoyo	Posición	Coordenadas del centro de la línea		L (m)
			Este	Norte	
Línea LS – 01	Estribo 2	Longitudinal	216 969	8 770 956	75
Línea LS – 02	Estribo 1	Longitudinal	216 944	8 770 847	75
Línea LS – 03	Estribo 1	Longitudinal	216 919	8 770 846	75
Línea LS – 04	Estribo 2	Longitudinal	216 949	8 770 960	75

Cuadro N° 15: Ensayos de refracción sísmica ejecutadas en el Paso a Desnivel Av. Centenario

Cada ensayo fue procesado e interpretado según el orden de las velocidades “P”, para establecer la estratigrafía del terreno de cimentación de los estribos. A continuación en desde el Cuadro N° A-7 hasta el Cuadro N° A-10 se presentan los resultados del mencionado ensayo

Los gráficos de los perfiles geosísmicos de ondas “P” son presentados en el Anexo B del presente Estudio

4.2.1.3.2 Método MASW

Se ejecutaron cuatro (04) ensayos MASW, dispuestos en los apoyos del puente.

La ubicación de estos ensayos son presentados en el Volumen de Planos del presente Tesis, y a manera de resumen se presenta en el Cuadro N°16

Línea MASW	Apoyo	Posición	Coordenadas del centro de la línea		L (m)
			Este	Norte	
MASW – 01	Estribo 2	Longitudinal	216 969	8 770 956	75
MASW – 02	Estribo 1	Longitudinal	216 944	8 770 847	75
MASW – 03	Estribo 1	Longitudinal	216 919	8 770 846	75
MASW – 04	Estribo 2	Longitudinal	216 949	8 770 960	75

Cuadro N°16: Ensayos MASW ejecutados en el Puente del Paso a Desnivel

Av. Centenario

En cada ensayo MASW se obtuvo un perfil unidimensional de las velocidades “S” hasta la profundidad de 30.00m, cuyos resultados obtenidos son mostrados en los cuadros A-11 al A-14.

Como se aprecia en dichos cuadros, se identifica hasta una profundidad promedio de 3.5m un suelo suelto a medianamente denso, subyaciendo hasta la profundidad de exploración de 30m un suelo denso a muy denso.

Las salidas gráficas de los perfiles geosísmicos de velocidades de ondas “S” se presentan en el Anexo C de la presente tesis.

4.2.1.3.3 Parámetros Pseudo Dinámicos

A manera de resumen se presenta los resultados en el rango elástico, obtenidos para el módulo de elasticidad, coeficiente de Poisson y módulo de corte, con respecto a la profundidad en el suelo de cimentación en el cuadro A-15 del anexo A de la presente tesis.

4.3 TRABAJOS DE LABORATORIO

Con las muestras alteradas extraídas de las perforaciones y calicatas, se realizaron ensayos de laboratorio estándares y especiales en suelo, a fin de determinar las características físico-mecánicas y los parámetros de resistencia al corte de los materiales conformantes del terreno de cimentación.

4.3.1 ENSAYOS ESTANDAR

Los ensayos de laboratorio del tipo estándares se realizaron por cada variación estratigráfica registrada en el subsuelo explorado.

En el siguiente cuadro se presentan los diferentes ensayos estándares a los que fueron sometidas las muestras obtenidas en los trabajos de campo, describiendo el nombre del ensayo, normativa empleada y propósito del ensayo.

Relación de ensayos	Norma ASTM	Método MTC	Propósito del Ensayo
Contenido de Humedad de un Suelo	D-2216 (98)	MTC E 108 (00)	Determina el Contenido de Humedad del Suelo
Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado	D-422 (02)	MTC E 107(00)	Para determinar la distribución del tamaño de partículas del suelo.
Límite Líquido (MALLA N° 40)	D-4318 (00)	MTC E 110(00)	Hallar el contenido de agua entre los estados Líquido y Plástico (Límite Líquido)
Límite Plástico (MALLA N° 40)	D-4318 (00)	MTC E 111(00)	Hallar el contenido de agua entre los estados plásticos y semi sólido (Límite Plástico)
Clasificación de Suelos para propósitos de Ingeniería (SUCS).	D - 2487 (93)	.-.	Clasificación del Suelo
Clasificación de Suelos para el uso en Vías de Transporte (AASHTO).	D - 3282 (04)	.-.	Clasificación del Suelo
Peso Unitario	--	MTC E 203(00)	Determinar el peso unitario suelto y compactado

Cuadro N°17: Ensayos realizados en laboratorio

El resumen de los ensayos estándares citados se presentan en el Cuadro N° A-16 y Cuadro N° A-17; y los certificados de Laboratorio son presentados en el Anexo E del presente Estudio Geológico – Geotécnico

4.3.1 ENSAYOS ESPECIALES DE RESISTENCIA AL CORTE

Para establecer los parámetros de resistencia al corte del terreno de cimentación, se realizaron ensayos de corte directo, que permiten obtener valores de cohesión y ángulo de fricción en esfuerzos totales o efectivos. Los resultados son presentados en el Cuadro N° A-19

4.3.1 ENSAYOS ESPECIALES DE ANALISIS QUIMICOS

Una de las formas más frecuentes de ataque químico al concreto es la acción de los sulfatos, siendo que este ión sulfato aparece en mayor o menor proporción en todas las aguas libres subterráneas. Los sulfatos más abundantes en los suelos son: sulfato de calcio, de magnesio y sodio, todos ellos de diferente solubilidad. El ataque del sulfato, se manifiesta como una exudación de apariencia blanquecina y agrietamiento progresivo que reduce al concreto a un estado quebradizo.

Para impedir la acción destructiva de los sulfatos, es indispensable la buena compacidad de los concretos, para esto se hace necesario recomendar un cemento portland con una calidad adecuada, tal que entre sus características posea una resistencia a los sulfatos. Para esta elección, utilizamos lo recomendado por el Comité 318-83 ACI y la norma técnica peruana de concreto armado E060, que establecen los distintos grados de ataque de sulfatos, tal como se presentan en el Cuadro N°18.

Grado de ataque	Sulfatos en suelo (%)	Tipo de cemento
Leve	0 – 0.1	I
Moderado	0.1 – 0.2	II
Severo	0.2 – 2.0	V
Muy Severo	> 2.0	V + Puzolana

Cuadro N°18: Grado de severidad del ataque de sulfatos

Además, para las cimentaciones que posean refuerzo de acero en el concreto se debe evaluar su vulnerabilidad contra la corrosión. Entonces según la norma técnica peruana de concreto armado E060 los iones cloruro solubles en agua provenientes de los ingredientes (incluyendo agua, agregados, materiales cementantes y aditivos) no deben exceder los límites presentados en el Cuadro N°37.

Tipo de Elemento	Contenido máximo de iones cloruro solubles en agua en el concreto (%)
Concreto pre-esforzado	0.06
Concreto armado que en servicio estará expuesto a cloruros	0.15
Concreto armado que en servicio estará seco o protegido contra la humedad	1.00
Otras construcciones de concreto	0.30

Cuadro N°19: Contenido máximo de iones cloruro para la protección contra la corrosión del refuerzo

En este sentido, para determinar el grado de agresividad del suelo a la cimentación de los estribos y pilar del puente en estudio, se realizaron ensayos químicos a las muestras, determinando el contenido de iones sulfatos y cloruros, tal como se muestran en el Cuadro N°20.

Estructura	Perforación	Profundidad (m.)	Sulfatos (ppm)	Cloruros (ppm)
Puente Paso a Desnivel Av. Centenario	P-01 (Estribo 1)	2.50 – 3.00	57.6	92.6
		5.00 – 5.60	230.4	92.0
	P-02 (Estribo 1)	5.40 – 5.70	193.4	95.0
	P-03 (Estribo 2)	3.30 – 3.60	560.1	93.9
		8.10 – 8.70	271.6	95.7
	P-04 (Estribo 2)	5.70 – 6.20	176.9	93.5

Cuadro N°20: Resultados de los Ensayos Químicos

En base a los resultados se identifica que el contenido de iones sulfatos varía entre 0.019% a 0.056%, estableciéndose que el grado de agresión de los sulfatos es “leve”, recomendándose utilizar para la elaboración del concreto de la cimentación, un cemento portland tipo I.

Por otro lado, los resultados de contenido de iones cloruros indican que estos varían entre 0.0092% a 0.00957%, estableciéndose que no se necesita protección contra corrosión del refuerzo.

4.4 TRABAJOS DE GABINETE

Comprende el Procesamiento de Información y Elaboración de Estudio, incluyendo los siguientes aspectos:

- Evaluación de las condiciones geológicas regionales y locales del área de influencia del Puente.
- Análisis de las condiciones geotécnicas, que permitan determinar los respectivos parámetros ingenieriles con fines de cimentación de los estribos del puente en estudio.

4.4.1 PERFIL ESTRATIGRAFICO

Mediante la información obtenida de las perforaciones, de los ensayos geofísicos y de los ensayos de laboratorio se establecieron los siguientes perfiles estratigráficos que se describe a continuación:

Perfil Estratigráfico Eje 1-1 (Estribo 1)

Elaborado con la información obtenida de las perforaciones P-01 y P-02, los resultados de las muestras extraídas de estas perforaciones y también con los resultados de las refracciones sísmicas LS-02 y LS-03, y de los ensayos MASW-02 y MASW-03. La descripción se presenta a continuación:

A partir del terreno existente, superficialmente se identifica hasta la profundidad promedio de 0.75m un relleno conformado por intercalaciones de arenas y limos con gravas de compacidad suelta. Continúa hasta la profundidad de 3.80m en la perforación P-01 y de 3.10m para la perforación P-02 arenas limosas de compacidad suelta a medianamente densa, húmeda y con número de golpes del ensayo SPT de 19.

Finalmente hasta la profundidad máxima de exploración de 25m, se registra gravas pobremente gradadas con arenas, que poseen número de golpes del ensayo Cono Peck igual a 100 (rechazo). Este estrato gravoso hasta la profundidad promedio de 14.00m presenta velocidades de ondas “P” entre 1265m/s a 1355m/s y de ondas “S” entre 370m/s a 530m/s que corresponde a suelos con compacidades densas, luego hasta la profundidad de exploración de 25.0m se incrementa las velocidades de ondas “P” hasta valores comprendidos entre 1623m/s a 1823m/s, y de ondas “S” entre 681m/s a 730m/s, que indican que la compacidad es muy densa.

En las dos perforaciones ejecutadas P-01 y P-02 se midió el nivel freático a 10.10m y 9.80m de profundidad, respectivamente.

La representación gráfica del perfil estratigráfico Eje 1-1 es presentado en los Volúmenes de Planos del presente Tesis

Perfil Estratigráfico Eje 2-2 (Estrito 2)

Elaborado con la información obtenida de las perforaciones P-03 y P-04, los resultados de las muestras extraídas de estas perforaciones y también con los resultados de las refracciones sísmicas LS-01 y LS-04, y de los ensayos MASW-01 y MASW-04. La descripción se presenta a continuación:

A partir del terreno existente donde se ejecutaron estas perforaciones, se identifica un relleno arenoso limoso con gravas de compacidad suelta hasta una profundidad promedio de 0.70m. Luego hasta la profundidad de 4.80m y 3.60m en la perforación P-03 y P-04 respectivamente, subyace arenas limosas de compacidad suelta a medianamente densa.

Subyace hasta la profundidad máxima de exploración de 25m, gravas pobremente gradadas con arenas, que registran número de golpes del ensayo Cono Peck igual a 100 (rechazo). Este estrato gravoso hasta la profundidad promedio de 12.00m presenta velocidades de ondas “P” de 1046m/s y de ondas “S” entre 360m/s a 490m/s que corresponde a suelos con compacidades densas, luego hasta la profundidad de exploración de 25.0m se incrementa las velocidades de ondas “P” hasta valores comprendidos entre 1316m/s a 1442m/s, y de ondas “S” entre 700m/s a 740m/s, que indican que la compacidad es densa a muy densa.

En las dos perforaciones realizadas P-03 y P-04 se midió el nivel freático a 9.80m y 11.00m de profundidad, respectivamente

La representación gráfica del perfil estratigráfico Eje 2-2 es presentado en los Volúmenes de Planos del presente Tesis

4.4.2 POTENCIAL DE LICUEFACCION

En consecuencia, según el perfil estratigráfico registrado mediante las exploraciones geotécnicas que presenta número de golpes del SPT mayores a 50, velocidades de ondas “P” entre 1265m/s a 1355m/s y de ondas “S” entre 370m/s a 530m/s correspondientes a suelos densos, se establece que el terreno de cimentación no es potencialmente licuable.

4.4.3 CALCULOS Y RESULTADOS PARA LAS ZAPATAS DE LOS ESTRIBOS

En base al perfil descrito, y considerando el nivel de corte para definir la nueva rasante de la Av. Centenario, se recomienda cimentar a una profundidad de desplante mínimo de 4.00m para el Estribo 1 y Estribo 2, sobre suelos gravosos con arenas.

Además de la información obtenida de los ensayos de laboratorio estándares (Cuadro N°A-17 y Cuadro N°A-18), de corte directo (Cuadro N°33) y de los valores de ángulo de fricción obtenidos con el número de golpes del ensayo Cono Tipo Peck (cuadro N°A-19), se adoptaron para distintas profundidades, valores de resistencia al corte que se presentan en el siguiente cuadro.

Apoyo	Profundidad desplante, D _f (m.)	Peso Unitario, encima del fondo de zapata (kg/m ³)	Peso Unitario, debajo del fondo de zapata (kg/m ³)	Cohesión (Kg/cm ²)	Ángulo de Fricción (°)
Estribo 1 (Sentido Huacho - Pativilca)	4.00	1700	1800	0.00	32.00
	4.50	1700	1800	0.00	32.00
	5.00	1700	1800	0.00	32.00
Estribo 2 (Sentido Pativilca - Huacho)	4.00	1700	1800	0.00	32.00
	4.50	1700	1800	0.00	32.00
	5.00	1700	1800	0.00	32.00

Cuadro N° 21: Parámetros geotécnicos para el cálculo del Q_{ult} , $Q_{FACTORADA}$ y Q_{ADM} de las zapatas de los estribos del puente

Para los dos estribos del Puente del Paso a Desnivel Av. Centenario, con una cimentación superficial tipo zapata rectangular con diferentes dimensiones (BxL) y distintas profundidades de desplante (D_f), se realizaron en base a lo expuesto en los ítems anteriores los respectivos cálculos para la obtención del Q_{ult} , $Q_{FACTORADA}$ y $Q_{ADM-POR CORTE}$, resultados cuales se muestran en el cuadro A-20 y A-21 del anexo A de la presente tesis:

El valor del $Q_{ADM-POR CORTE}$ de los cuadros mencionados anterior fue verificado por el criterio que no provoque un asentamiento inmediato superior a 25.4mm, estableciéndose nuevos valores para la capacidad de carga admisible tal como se indica en los cuadros A-22 y A-23 de anexo A de la tesis.

En consecuencia, luego de los análisis anteriores, los valores de capacidad de carga Q_{ult} , $Q_{FACTORADA}$ y $Q_{ADM-POR\ CORTE}$ finales para el terreno de cimentación se presentan en el Cuadro N°22

B (m)	L (m)	Df (m)	Finales		
			$Q_{ult.}$ (Kg/cm ²)	$Q_{FACTORADA}$ (Kg/cm ²)	Q_{ADM} (Kg/cm ²)
6.20	26.45	4.00	11.10	5.00	3.70
6.20	26.45	4.50	11.70	5.27	3.90
6.20	26.45	5.00	12.30	5.54	4.10
7.20	26.45	4.00	10.50	4.73	3.50
7.20	26.45	4.50	11.10	5.00	3.70
7.20	26.45	5.00	11.40	5.13	3.80
8.20	26.45	4.00	9.90	4.46	3.30
8.20	26.45	4.50	10.50	4.73	3.50
8.20	26.45	5.00	10.80	4.86	3.60
9.20	26.45	4.00	9.30	4.19	3.10
9.20	26.45	4.50	9.90	4.46	3.30
9.20	26.45	5.00	10.50	4.73	3.50

Cuadro N°22: Capacidad de carga finales – Estribo 1 y Estribo

2

Ejemplo de aplicación calculo de carga final estribo 2

Usaremos la siguiente formula para el estribo 1

$$Q_{ult} = CS_c N_c + S_q \gamma_1 D_f N_q + \frac{1}{2} S_\gamma \gamma_2 B N_\gamma$$

Donde

Cohesión $C \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 0.00$

Cohesión por falla local $C' \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 0.00$

Peso volumétrico sobre el N.F.Z $\gamma_1 \text{ (Kg/m}^3\text{)} = 1700.00$

Peso volumétrico debajo el N.F.Z $\gamma_2 \text{ (Kg/m}^3\text{)} = 1800.00$

Peso volumétrico del agua $\gamma_w \text{ (Kg/m}^3\text{)} = 1000.00$

Angulo de fricción $\Phi \text{ (}^\circ\text{)} = 32.00$

Angulo de fricción, por falla local $\Phi' \text{ (}^\circ\text{)} = 32.00$

Profundidad del Nivel Freático $NF \text{ (m.)} = 7.4$

Factor de seguridad $F.S = 3.00$

Coeficiente de LRFD $\phi = 0.45$

Factores de capacidad de carga $N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{\pi \tan \phi} = 23.18$

Factores de capacidad de carga $N_c = (N_q - 1) \cot \phi = 35.49$

Factores de capacidad de carga $N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi = 30.21$

Factores de Forma: $S_c: 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) (B/L) = 1.15$

Factores de Forma: $S_\gamma: 1 - 0.4(B/L) = 0.91$

Factores de Forma: $S_q: 1 + (B/L) \tan \phi = 1.15$

Reemplazando los datos para $D_f: 4.00\text{m}$ y $B: 6.20\text{m}$. obteniendo como resultado

$$Q_{ult} = C S_c N_c + S_q \gamma_1 D_f N_q + \frac{1}{2} S_\gamma \gamma_2 B N_\gamma$$

$$Q_{ult} = 0 \times 1.15 \times 35.49 + 1.15 \times 0.0017 \frac{kg}{cm^3} \times 400cm \times 23.18$$

$$+ 0.5 \times 0.91 \times 0.0018 \frac{kg}{cm^3} \times 620cm. \times 30.21$$

$$Q_{ult} = 0 + 18.12 \frac{kg}{cm^2} + 15.18 \frac{kg}{cm^2}$$

$$Q_{ult} = 33.3 \frac{kg}{cm^2}$$

$$Q_{fac} = 0.45 \times 32.80 \frac{kg}{cm^2} = 14.76 \frac{kg}{cm^2}$$

$$Q_{adm} - por corte = \frac{32.80 \frac{kg}{cm^2}}{3} = 10.93 \frac{kg}{cm^2}$$

En la siguiente hoja se adjunta el cuadro con los cálculos totales efectuados

4.4.4 CALCULOS Y RESULTADOS PARA LOS MUROS DE SUELO REFORZADO

Considerando la estratigrafía se recomienda que el desplante de los muros de suelo reforzado sea de 0.80m como mínimo con respecto al nivel terreno existente.

Además los parámetros geotécnicos adoptados en base a los resultados de los ensayos de laboratorio estándares y de corte directo (Cuadro N°A-19), y de los valores de ángulo de fricción obtenidos con el número de golpes del ensayo Cono Tipo Peck (cuadro n°12), se muestran a continuación

Profundidad desplante, Df (m.)	Peso Unitario, debajo de la cimentación (kg/m3)	Cohesión (Kg/cm2)	Ángulo de Fricción (°)
0.8	1700	0.00	31.00

Cuadro N°23: Parámetros geotécnicos adoptados para el cálculo

del Q_{ult} , $Q_{FACTORADA}$ en los muros de suelo reforzado

Para todos los muros de suelo reforzado en ambos accesos del Puente del Paso a Desnivel Av. Perú, se aplicó la metodología recomendada por la FHWA considerando la cimentación como zapatas corridas.

Con los valores de las excentricidades en el muro, los cuales fueron proporcionados por la Especialidad de Estructuras, se realizó diversos cálculos para distintas alturas (H) y anchos (B) del muro de suelo reforzado. En el cuadro A-24 se muestran los resultados obtenidos de los valores de Q_{ult} y $Q_{FACTORADA}$, para los muros localizados a la izquierda y derecha con respecto a la Panamericana Norte con dirección al Norte

Ejemplo de aplicación calculo de carga final MSR lado Izquierdo

Usaremos la siguiente formula para el MSR lado izquierdo

$$Q_{ult} = CS_c N_c + \frac{1}{2} S_\gamma \gamma_2 B' N_\gamma$$

Se tienen los siguientes datos para B=3.0 m

Cohesión (Kg/cm2) $C=0.00$

Cohesión por falla local $C'(Kg/cm2) = 0.00$

Peso volumétrico debajo del MSR $\gamma_2 (Kg/m3) = 1700.00$

Peso volumétrico del agua $\gamma_w (Kg/m3) = 1000.00$

Angulo de fricción $\Phi (^{\circ}) = 31.00$

Angulo de fricción, por falla local $\Phi' (^{\circ}) = 31.00$

Profundidad del Nivel Freático NF (m.) = 11

Factor de seguridad F.S = 3.00

Coeфициente de FHWA $\phi = 0.65$

Factores de capacidad de carga $N_c = 32.67$

Factores de capacidad de carga $N_q = 20.63$

Factores de capacidad de carga $N_{\gamma} = 25.99$

Reemplazando los datos

$$Q_{ult} = CS_c N_c + \frac{1}{2} S_{\gamma} \gamma_2 B' N_{\gamma}$$

$$Q_{ult} = 0 + 0.5 \times 1 \times 0.0017 \times 300 \times 25.99$$

$$Q_{ult} = 6.63 \text{ kg/cm}^2$$

En las siguientes paginas se añaden los cuadros de cálculos

5 COSTES DE LOS ESTUDIOS

Para la ejecución de los trabajos de estudio para la construcción del paso a desnivel se tuvo una serie de costos los cuales se Adjuntan en el cuadro A-25 anexo A de la presente tesis

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Puente del Paso a Desnivel Av. Centenario que tiene como finalidad dar continuidad a la Autopista Huacho - Pativilca, de manera que permita que la Carretera Panamericana Norte pase por un nivel superior a la Av. Centenario, con una luz de 28.4m que estará apoyado sobre dos estribos, a los cuales en el presente Estudio se denominó Estribo 1 y Estribo 2.

El Estribo 1 está localizado en el sentido Huacho – Pativilca en la progresiva Km 149+286.68 y el Estribo 2 localizado en el sentido Pativilca – Huacho en la progresiva Km 149+315.08.

6.1 CONCLUSIONES

Del Estudio realizado se presenta las siguientes conclusiones:

1. Según las características del terreno de cimentación del área en estudio, que están conformadas por gravas pobremente gradadas medianamente densas a densas con número de golpes del SPT superiores a 50 y por la profundidad del nivel freático registrado que en promedio es 10.50m, se descarta la ocurrencia del fenómeno de licuefacción.
2. Los parámetros de resistencia al corte presentados son adoptados para el cálculo de la capacidad de carga de las zapatas de los estribos y muros de suelo reforzado, respectivamente, fueron establecidos de manera que representa el promedio aritmético entre los resultados del ángulo de fricción obtenidos con los ensayos de corte directo y los valores de ángulo de fricción obtenidos con el número de golpes del SPT
3. Para determinar la capacidad de carga del terreno de cimentación se empleó la metodología sugerida en la Guía AASHTO-LRFD 2012, el cual establece determinar por el criterio de resistencia al corte, la capacidad de carga última, la capacidad de carga factorada (con un factor $\phi=0.45$) y la capacidad de carga admisible (con un factor de seguridad $FS=3$) el cual debe ser verificada que en condiciones de servicio no produzca un asentamiento superior a 25.4mm.
4. Se determinó que el contenido de sulfatos es menor a 0.1% para todos los apoyos del puente, recomendándose utilizar para la elaboración del concreto de la cimentación, un cemento portland tipo I.

Además, los porcentajes de los iones cloruros indican que no es necesario proteger la cimentación contra corrosión del refuerzo.

5. Se concluye entonces que, según los trabajos realizados, el análisis detallado de los datos obtenidos en campo, los parámetros geotécnicos que presenta el terreno son los óptimos para la construcción del paso a desnivel.

6.2 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda tomar en consideración el presente trabajo, como modelo, teniendo en cuenta las modificaciones correspondientes según la situación y estructura de estudio.
2. Tener en cuenta que los datos presentados en el presente estudio corresponden únicamente a la zona de estudio, mas no para zonas aledañas.
3. El Autor recomienda efectuar un estudio detallado específico para cada obra o construcción de cualquier estructura.

7 BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA GEOLÓGICA

1. COBBING, EDWIN JOHN Boletín N°26 – Geología de los Cuadrángulos Barranca, Ambar, Oyón, Huacho, Huaral y Canta. Hoja 22 – h, 22 – i, 22 – j, 23 – h, 23 – i, 23 – j”, 1973
2. BILLINGS M. Geología Estructural. Eudeba, Argentina, 1965.
3. HUACO D. y CHAVEZ J. Regionalización Sísmica del Perú mediante intensidades, Instituto Geofísico del Perú, 1975.
4. TAVERA H. Fuentes Sismogénicas y Tipos de Sismos en el Perú, Revista Geología N° 6 del Capítulo de Ingenieros Geólogos del Colegio de Ingenieros del Perú, 2009

BIBLIOGRAFIA GEOTECNICA

1. ALVA J. Introducción y Conceptos Básicos, Seminario de Diseño y Construcción de Cimentaciones. Comité Peruano de Mecánica de Suelos, Fundaciones y Mecánica de Rocas, Lima, 1986.
2. BRAJA M. DAS Principios de Ingeniería de Cimentaciones. Thomson, Méjico, 2006

3. COMITÉ PERUANO DE MECÁNICA DE SUELOS, FUNDACIONES Y MECÁNICA DE ROCAS Seminario de Diseño y Construcción de Cimentaciones, Lima, 1986
4. SUYO RIVERA E. Modelo De Investigaciones Geológicas Y Geotécnicas Para Definir La Cimentación De Estructuras De Líneas De Transmisión Eléctrica, Perú, 2017
5. ENRIQUEZ HARPER G. Sistemas de Transmisión y Distribución de Potencia Eléctrica. Limusa. Méjico. 2005
6. GONZALEZ DE VALLEJO L. Ingeniería Geológica, Prentice Hall, España, 2002
7. MAHMOUD YAZDANI et al. Extended "Mononobe-Okabe" Method for Seismic Design of Retaining Walls. Dep. Civil and Environmental Engineering, Tarbist Modares University, Thran, Iran, 2013
8. MASTRAD Quality and Test Systems. Deflectómetro de Impacto Portátil Prima-FWD, Internet 2017
9. MICHELENA R. Exploración en Suelos. Seminario de Diseño y Construcción de Cimentaciones. Comité Peruano de Mecánica de Suelos. Lima 1986.

10. KRYNINE D.P. y JUDD W.R. Principios de Geología y Geotecnia para Ingenieros, Omega, España, 1975
11. MINISTERIO DE VIVIENDA Reglamento Nacional de Edificaciones, Perú, 2007.
12. PECK R., HANSON W. y THORNBURN T. Ingeniería de Cimentaciones, Limusa, Méjico, 1996.
13. SOWERS G.B. y SOWERS G.F. Introducción a la Mecánica de Suelos y Cimentaciones. Limusa-Wiley, Mejico, 1972.

ANEXO A: CUADROS DE CALCULO Y DATOS

Estructura	Perforación	Caja n°	De (m.)	Hasta (m.)
Puente del Paso a Desnivel Av. Centenario	P-01 (Estribo 1 Sentido Huacho - Pativilca)	1	0.00	4.05
		2	4.05	8.67
		3	8.67	13.39
		4	13.39	18.23
		5	18.23	23.20
		6	23.20	25.10
	P-02 (Estribo 1 Sentido Huacho - Pativilca)	1	0.00	4.95
		2	4.95	10.00
		3	10.00	14.60
		4	14.60	19.90
		5	19.90	25.00
	P-03 (Estribo 2 Sentido Pativilca - Huacho)	1	0.00	4.85
		2	4.85	10.10
		3	10.10	15.25
		4	15.25	20.15
		5	20.15	25.00
	P-04 (Estribo 2 Sentido Pativilca - Huacho)	1	0.00	5.20
		2	5.20	10.20
		3	10.20	15.20
		4	15.20	20.20
		5	20.20	25.10

Cuadro N° A-1: Cajas porta-testigos en cada Perforación

Tramo		Longitud de corrida (m)	Longitud de muestra recuperada (m)	Recuperación de muestra (%)
Desde	Hasta			
0.00	0.60	0.60	0.60	100.00
0.60	0.95	0.35	0.35	100.00
0.95	1.50	0.55	0.50	90.91
1.50	1.95	0.45	0.35	77.78
1.95	2.50	0.55	0.30	54.55
2.50	3.00	0.50	0.50	100.00
3.00	3.45	0.45	0.35	77.78
3.45	3.80	0.35	0.25	71.43
3.80	4.40	0.60	0.45	75.00
4.40	5.00	0.60	0.45	75.00
5.00	5.60	0.60	0.45	75.00
5.60	6.10	0.50	0.35	70.00
6.10	6.70	0.60	0.50	83.33
6.70	7.30	0.60	0.45	75.00
7.30	7.90	0.60	0.45	75.00
7.90	8.50	0.60	0.45	75.00
8.50	9.10	0.60	0.45	75.00
9.10	9.70	0.60	0.45	75.00
9.70	10.30	0.60	0.50	83.33
10.30	10.90	0.60	0.45	75.00
10.90	11.40	0.50	0.35	70.00
11.40	12.00	0.60	0.45	75.00
12.00	12.60	0.60	0.50	83.33
12.60	13.20	0.60	0.45	75.00
13.20	13.80	0.60	0.45	75.00
13.80	14.40	0.60	0.45	75.00

Tramo		Longitud de corrida (m)	Longitud de muestra recuperada (m)	Recuperación de muestra (%)
Desde	Hasta			
14.40	15.00	0.60	0.45	75.00
15.00	15.60	0.60	0.45	75.00
15.60	16.20	0.60	0.45	75.00
16.20	16.80	0.60	0.45	75.00
16.80	17.40	0.60	0.45	75.00
17.40	18.00	0.60	0.45	75.00
18.00	18.60	0.60	0.45	75.00
18.60	19.10	0.50	0.35	70.00
19.10	19.70	0.60	0.45	75.00
19.70	20.20	0.50	0.35	70.00
20.20	20.80	0.60	0.45	75.00
20.80	21.40	0.60	0.45	75.00
21.40	22.00	0.60	0.45	75.00
22.00	22.60	0.60	0.45	75.00
22.60	23.20	0.60	0.45	75.00
23.20	23.80	0.60	0.45	75.00
23.80	24.40	0.60	0.45	75.00
24.40	24.75	0.35	0.25	71.43
24.75	25.10	0.35	0.30	85.71

Cuadro N° A-2: Porcentajes de recuperación de las muestras P-01 estribo 1

Sondaje	Logueado		Longitud perforada (m.)	Longitud de muestra recuperada (m.)	Recuperación de muestra (%)
	Desde (m.)	Hasta (m.)			
P- 02	0.00	0.70	0.70	0.70	100.00
P- 02	0.70	1.30	0.60	0.60	100.00
P- 02	1.30	1.80	0.50	0.50	100.00
P- 02	1.80	2.60	0.80	0.80	100.00
P- 02	2.60	3.10	0.50	0.50	100.00
P- 02	3.10	3.60	0.50	0.45	90.00
P- 02	3.60	4.20	0.60	0.50	83.33
P- 02	4.20	4.80	0.60	0.50	83.33
P- 02	4.80	5.40	0.60	0.50	83.33
P- 02	5.40	5.70	0.30	0.25	83.33
P- 02	5.70	6.20	0.50	0.40	80.00
P- 02	6.20	6.70	0.50	0.40	80.00
P- 02	6.70	7.20	0.50	0.40	80.00
P- 02	7.20	7.70	0.50	0.40	80.00
P- 02	7.70	8.20	0.50	0.40	80.00
P- 02	8.20	8.70	0.50	0.40	80.00
P- 02	8.70	9.20	0.50	0.40	80.00
P- 02	9.20	9.70	0.50	0.40	80.00
P- 02	9.70	10.00	0.30	0.25	83.33
P- 02	10.00	10.50	0.50	0.40	80.00
P- 02	10.50	11.00	0.50	0.40	80.00
P- 02	11.00	11.40	0.40	0.30	75.00
P- 02	11.40	11.90	0.50	0.40	80.00
P- 02	11.90	12.40	0.50	0.40	80.00
P- 02	12.40	12.90	0.50	0.40	80.00
P- 02	12.90	13.40	0.50	0.40	80.00

Sondaje	Logueado		Longitud perforada (m.)	Longitud de muestra recuperada (m.)	Recuperación de muestra (%)
	Desde (m.)	Hasta (m.)			
P- 02	13.40	14.00	0.60	0.45	75.00
P- 02	14.00	14.50	0.50	0.35	70.00
P- 02	14.50	15.00	0.50	0.40	80.00
P- 02	15.00	15.50	0.50	0.40	80.00
P- 02	15.50	16.00	0.50	0.40	80.00
P- 02	16.00	16.50	0.50	0.35	70.00
P- 02	16.50	17.00	0.50	0.40	80.00
P- 02	17.00	17.50	0.50	0.35	70.00
P- 02	17.50	18.00	0.50	0.40	80.00
P- 02	18.00	18.50	0.50	0.35	70.00
P- 02	18.50	19.00	0.50	0.40	80.00
P- 02	19.00	19.50	0.50	0.40	80.00
P- 02	19.50	20.00	0.50	0.35	70.00
P- 02	20.00	20.50	0.50	0.40	80.00
P- 02	20.50	21.00	0.50	0.35	70.00
P- 02	21.00	21.50	0.50	0.40	80.00
P- 02	21.50	22.00	0.50	0.35	70.00
P- 02	22.00	22.50	0.50	0.40	80.00
P- 02	22.50	23.00	0.50	0.40	80.00
P- 02	23.00	23.50	0.50	0.35	70.00
P- 02	23.50	24.00	0.50	0.40	80.00
P- 02	24.00	24.50	0.50	0.35	70.00
P- 02	24.50	25.00	0.50	0.40	80.00

Cuadro N° A-3: Porcentajes de recuperación de las muestras P-02 estribo 1

Sondaje	Tramo		Longitud perforada (m.)	Longitud de muestra recuperada (m.)	Recuperación de muestra (%)
	Desde (m.)	Hasta (m.)			
P- 03	0.00	0.60	0.60	0.60	100.00
P- 03	0.60	1.20	0.60	0.60	100.00
P- 03	1.20	1.80	0.60	0.60	100.00
P- 03	1.80	2.40	0.60	0.60	100.00
P- 03	2.40	3.00	0.60	0.60	100.00
P- 03	3.00	3.30	0.30	0.30	100.00
P- 03	3.30	3.80	0.50	0.50	100.00
P- 03	3.80	4.30	0.50	0.50	100.00
P- 03	4.30	4.80	0.50	0.50	100.00
P- 03	4.80	5.10	0.30	0.25	83.33
P- 03	5.10	5.60	0.50	0.40	80.00
P- 03	5.60	6.20	0.60	0.45	75.00
P- 03	6.20	6.50	0.30	0.25	83.33
P- 03	6.50	7.10	0.60	0.50	83.33
P- 03	7.10	7.60	0.50	0.40	80.00
P- 03	7.60	8.10	0.50	0.35	70.00
P- 03	8.10	8.70	0.60	0.50	83.33
P- 03	8.70	9.20	0.50	0.40	80.00
P- 03	9.20	9.70	0.50	0.35	70.00
P- 03	9.70	10.20	0.50	0.40	80.00
P- 03	10.20	10.70	0.50	0.40	80.00
P- 03	10.70	11.20	0.50	0.40	80.00
P- 03	11.20	11.70	0.50	0.40	80.00
P- 03	11.70	12.20	0.50	0.35	70.00
P- 03	12.20	12.60	0.40	0.30	75.00
P- 03	12.60	13.10	0.50	0.35	70.00

Sondaje	Tramo		Longitud perforada (m.)	Longitud de muestra recuperada (m.)	Recuperación de muestra (%)
	Desde (m.)	Hasta (m.)			
P- 03	13.10	13.60	0.50	0.40	80.00
P- 03	13.60	14.10	0.50	0.35	70.00
P- 03	14.10	14.60	0.50	0.40	80.00
P- 03	14.60	15.10	0.50	0.40	80.00
P- 03	15.10	15.60	0.50	0.40	80.00
P- 03	15.60	16.10	0.50	0.35	70.00
P- 03	16.10	16.60	0.50	0.40	80.00
P- 03	16.60	17.00	0.40	0.35	87.50
P- 03	17.00	17.50	0.50	0.40	80.00
P- 03	17.50	18.00	0.50	0.35	70.00
P- 03	18.00	18.50	0.50	0.40	80.00
P- 03	18.50	19.00	0.50	0.40	80.00
P- 03	19.00	19.50	0.50	0.35	70.00
P- 03	19.50	20.00	0.50	0.40	80.00
P- 03	20.00	20.50	0.50	0.35	70.00
P- 03	20.50	21.00	0.50	0.40	80.00
P- 03	21.00	21.50	0.50	0.35	70.00
P- 03	21.50	22.00	0.50	0.40	80.00
P- 03	22.00	22.50	0.50	0.40	80.00
P- 03	22.50	23.00	0.50	0.35	70.00
P- 03	23.00	23.50	0.50	0.40	80.00
P- 03	23.50	24.00	0.50	0.35	70.00
P- 03	24.00	24.50	0.50	0.40	80.00
P- 03	24.50	25.00	0.50	0.40	80.00

Cuadro N° A-4: Porcentajes de recuperación de las muestras P-03 estribo 2

Sondaje	Tramo		Longitud perforada (m.)	Longitud de muestra recuperada (m.)	Recuperación de muestra (%)
	Desde (m.)	Hasta (m.)			
P- 04	0.00	0.50	0.50	0.50	100.00
P- 04	0.50	1.00	0.50	0.50	100.00
P- 04	1.00	1.60	0.60	0.50	83.33
P- 04	1.60	2.10	0.50	0.45	90.00
P- 04	2.10	2.60	0.50	0.45	90.00
P- 04	2.60	3.10	0.50	0.40	80.00
P- 04	3.10	3.60	0.50	0.40	80.00
P- 04	3.60	4.10	0.50	0.40	80.00
P- 04	4.10	4.60	0.50	0.45	90.00
P- 04	4.60	5.20	0.60	0.50	83.33
P- 04	5.20	5.70	0.50	0.35	70.00
P- 04	5.70	6.20	0.50	0.35	70.00
P- 04	6.20	6.70	0.50	0.40	80.00
P- 04	6.70	7.20	0.50	0.40	80.00
P- 04	7.20	7.70	0.50	0.40	80.00
P- 04	7.70	8.20	0.50	0.40	80.00
P- 04	8.20	8.70	0.50	0.40	80.00
P- 04	8.70	9.20	0.50	0.40	80.00
P- 04	9.20	9.70	0.50	0.40	80.00
P- 04	9.70	10.20	0.50	0.40	80.00
P- 04	10.20	10.70	0.50	0.40	80.00
P- 04	10.70	11.20	0.50	0.40	80.00
P- 04	11.20	11.70	0.50	0.45	90.00
P- 04	11.70	12.20	0.50	0.40	80.00
P- 04	12.20	12.70	0.50	0.40	80.00
P- 04	12.70	13.20	0.50	0.40	80.00

Sondaje	Tramo		Longitud perforada (m.)	Longitud de muestra recuperada (m.)	Recuperación de muestra (%)
	Desde (m.)	Hasta (m.)			
P- 04	13.20	13.70	0.50	0.40	80.00
P- 04	13.70	14.20	0.50	0.45	90.00
P- 04	14.20	14.70	0.50	0.40	80.00
P- 04	14.70	15.20	0.50	0.40	80.00
P- 04	15.20	15.70	0.50	0.40	80.00
P- 04	15.70	16.20	0.50	0.40	80.00
P- 04	16.20	16.70	0.50	0.40	80.00
P- 04	16.70	17.20	0.50	0.40	80.00
P- 04	17.20	17.70	0.50	0.40	80.00
P- 04	17.70	18.20	0.50	0.35	70.00
P- 04	18.20	18.70	0.50	0.40	80.00
P- 04	18.70	19.20	0.50	0.40	80.00
P- 04	19.20	19.70	0.50	0.35	70.00
P- 04	19.70	20.20	0.50	0.40	80.00
P- 04	20.20	20.70	0.50	0.40	80.00
P- 04	20.70	21.20	0.50	0.40	80.00
P- 04	21.20	21.60	0.40	0.35	87.50
P- 04	21.60	22.10	0.50	0.40	80.00
P- 04	22.10	22.60	0.50	0.40	80.00
P- 04	22.60	23.10	0.50	0.40	80.00
P- 04	23.10	23.60	0.50	0.40	80.00
P- 04	23.60	24.10	0.50	0.35	70.00
P- 04	24.10	24.60	0.50	0.35	70.00
P- 04	24.60	25.10	0.50	0.35	70.00

Cuadro N° A-5: Porcentajes de recuperación de las muestras P-03 estribo 2

Perforación	Prof. (m.)	N campo	γ_t (kg/m ³)	σ_t (Kg/cm ²)	u (Kg/cm ²)	σ'_v (Kg/cm ²)	C _N	Cr	N _{corr.}	Φ , Wolf (1989)
P-01 (Estribo 1)	1.5	20	1800	0.27	0.00	0.27	1.92	0.75	21	33.00
	3.0	29	2000	0.60	0.00	0.60	1.29	0.80	22	33.00
	6.7	50	2000	1.34	0.00	1.34	0.86	0.95	30	35.00
	11.4	50	2000	2.28	0.13	2.15	0.68	1.00	25	34.00
	16.20	50	2000	3.24	0.61	2.63	0.62	1.00	23	33.00
P-02 Estribo 11)	4.8	50	1800	0.86	0.00	0.86	1.08	0.85	34	36.00
	10.5	50	2000	2.10	0.31	1.79	0.75	1.00	28	35.00
	20.0	50	2000	4.00	1.26	2.74	0.6	1.00	22	33.00
	25.0	50	2000	5.00	1.76	3.24	0.56	1.00	21	33.00
P-03 (Estribo 2)	1.8	50	1800	0.32	0.00	0.32	1.76	0.75	49	40.00
	3.0	20	2000	0.60	0.00	0.60	1.29	0.80	15	31.00
	10.2	50	2000	2.04	0.04	2.00	0.71	1.00	26	34.00
	15.5	50	2000	3.10	0.57	2.53	0.63	1.00	23	33.00
	20.50	50	2000	4.10	1.07	3.03	0.57	1.00	21	33.00
	25.00	50	2000	5.00	1.52	3.48	0.54	1.00	20	32.00
P-04 (Estribo 2)	3.6	50	1800	0.65	0.00	0.65	1.24	0.80	37	37.00
	6.2	50	2000	1.24	0.00	1.24	0.9	0.95	32	36.00
	10.2	50	2000	2.04	0.00	2.04	0.7	1.00	26	34.00
	15.2	50	2000	3.04	0.42	2.62	0.62	1.00	23	33.00
	20.2	50	2000	4.04	0.92	3.12	0.57	1.00	21	33.00

Cuadro N° A-6: Ángulo de fricción establecido por correlación – Puente Paso a Dsnivel Av. Centenario

Línea De Refracción	Estratos	Vp (m/s)	Espesor (m)	Descripción
LS – 01	01	429	0.00 – 2.50	Material de cobertura conformado por suelos arenosos en su estrato superficial y fragmentos de gravillas, sustentados en una matriz limosa, de compacidad suelta a medianamente densa.
	02	1046	2.50 – 12.00	Estaría conformado por suelos granulares tipo gravas con una matriz arenosa limosa de compacidad densa
	03	1316	12.00 – 20.00	Estaría conformado por suelos granulares tipo gravas con una matriz arenosa limosa de compacidad muy densa

Cuadro N° A-7: Resultados de la Refracción LS-01

Línea De Refracción	Estratos	Vp (m/s)	Espesor (m)	Descripción
LS – 02	01	510	0.00 – 4.00	Material de cobertura conformado por suelos arenosos en su estrato superficial, sustentados en una matriz limosa, de compacidad suelta a medianamente densa.
	02	1265	4.00 – 14.00	Estaría conformado por suelos granulares tipo gravas con una matriz arenosa limosa de compacidad densa
	03	1623	14.00 – 22.00	Estaría conformado por suelos granulares tipo gravas con una matriz arenosa limosa de compacidad muy densa

Cuadro N°A-8: Resultados de la Refracción LS-02

Línea De Refracción	Estratos	Vp (m/s)	Espesor (m)	Descripción
LS – 03	01	498	0.00 – 4.00	Material de cobertura conformado por suelos arenosos en su estrato superficial, sustentados en una matriz limosa, de compacidad suelta a medianamente densa.
	02	1355	4.00 – 16.00	Estaría conformado por suelos granulares tipo gravas con una matriz arenosa limosa de compacidad densa
	03	1823	16.00 – 22.00	Estaría conformado por suelos granulares tipo gravas con una matriz arenosa limosa de compacidad muy densa

Cuadro N°A-9: Resultados de la Refracción LS-03

Línea De Refracción	Estratos	Vp (m/s)	Espesor (m)	Descripción
LS – 04	01	504	0.00 – 4.00	Material de cobertura conformado por suelos arenosos en su estrato superficial, sustentados en una matriz limosa, de compacidad suelta a medianamente densa.
	02	1046	4.00 – 12.00	Estaría conformado por suelos granulares tipo gravas con una matriz arenosa limosa de compacidad densa
	03	1442	12.00 – 22.00	Estaría conformado por suelos granulares tipo gravas con una matriz arenosa limosa de compacidad muy densa

Cuadro N°A-10: Resultados de la Refracción LS-04

Línea MASW	Profundidad (m.)	Vs (m/s)	Clasificación Sísmica según ASCE-2010
MASW – 01	1.07	237.75	Suelo Rígido
	2.31	247.25	
	3.71	312.50	
	5.28	397.50	Suelo muy denso
	7.01	442.75	
	8.90	469.50	
	10.96	491.00	
	13.19	526.25	
	15.58	567.50	
	18.13	612.00	
	20.85	673.00	
	23.74	720.50	
	26.79	745.00	
	30.00	772.50	Suelo muy rígido

Cuadro N°A-11: Variación de velocidades de ondas “S” en función a la profundidad en el MASW -01

Línea MASW	Profundidad d (m.)	Vs (m/s)	Clasificación Sísmica según ASCE-2010
MASW - 02	1.07	252.25	Suelo rígido
	2.31	254.00	
	3.71	275.75	
	5.28	338.00	
	7.01	392.50	Suelo muy denso
	8.90	442.50	
	10.96	472.75	
	13.19	500.25	
	15.58	543.50	
	18.13	595.25	
	20.85	653.25	
	23.74	695.00	
	26.79	731.25	
	30.00	758.05	

Cuadro N°A-12: Variación de velocidades de ondas “S” en función a la profundidad en el MASW -02

Línea MASW	Profundidad (m.)	Vs (m/s)	Clasificación Sísmica según ASCE-2010
MASW - 03	1.07	282.75	Suelo rígido
	2.31	284.25	
	3.71	307.25	
	5.28	370.00	Suelo muy denso
	7.01	432.50	
	8.90	468.00	
	10.96	488.75	
	13.19	505.50	
	15.58	538.50	
	18.13	589.00	
	20.85	628.25	
	23.74	677.50	
	26.79	726.75	
	30.00	765.00	Suelo muy rígido

Cuadro N°A-13: Variación de velocidades de ondas “S” en función a la profundidad en el MASW -03

Línea MASW	Profundidad (m.)	Vs (m/s)	Clasificación Sísmica según ASCE-2010
MASW - 04	1.07	260.75	Suelo rígido
	2.31	263.75	
	3.71	295.50	
	5.28	361.75	Suelo muy denso
	7.01	416.75	
	8.90	460.75	
	10.96	485.75	
	13.19	513.75	
	15.58	552.00	
	18.13	587.50	
	20.85	625.25	
	23.74	681.75	
	26.79	724.50	
	30.00	782.50	Suelo muy rígido

Cuadro N°A-14: Variación de velocidades de ondas “S” en función a la profundidad en el MASW -04

Estructura	Ensayos	Profundidad (m.)	Módulo de Young, Ee (Kg/cm ²)	Coefficiente de Poisson, ν	Módulo de Corte, G (Kg/cm ²)	Módulo Volumétrico, K (Kg/cm ²)
Puente del Paso a Desnivel Av. Centenario	MASW-01 y LS-01	3.00	258.7	0.44	89.7	743.9
		6.00	612.1	0.39	220.0	935.6
		9.00	735.5	0.36	270.6	870.1
		12.00	832.6	0.34	310.8	862.9
		15.00	998.6	0.38	361.5	1401.5
		18.00	1145.4	0.36	420.4	1385.5
	MASW-02 y LS-02	3.00	192.1	0.38	69.8	257.5
		6.00	492.1	0.42	172.9	1064.0
		9.00	715.5	0.43	250.9	1613.7
		12.00	795.4	0.42	280.9	1573.7
		15.00	942.0	0.42	331.6	1977.9
		18.00	1131.5	0.42	397.7	2433.7
	MASW-03 y LS-03	3.00	221.2	0.28	86.7	164.3
		6.00	438.3	0.28	171.8	325.9
		9.00	768.3	0.43	268.1	1905.2
		12.00	820.3	0.43	286.8	1954.2
		15.00	930.6	0.43	325.5	2200.7
		18.00	1127.5	0.45	389.4	3592.6
	MASW-04 y LS-04	3.00	207.3	0.29	80.2	166.6
		6.00	540.7	0.39	194.9	796.2
		9.00	737.0	0.39	264.8	1130.6
		12.00	824.2	0.39	296.3	1261.0
		15.00	966.2	0.41	342.0	1840.7
		18.00	1093.1	0.41	387.4	2041.3

Cuadro N°A-15: Parámetros elásticos obtenidos de los ensayos geofísicos

Sondeo	Prof. del estrato (m.)	Clasificación		W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	% de Gravas	% de Arenas	% < N°200
		SUCS	AASHTO							
Perforación P-01	0.80 – 3.80	SM	A-2-4 (0)	0.52	NP	NP	NP	10.0	74.8	15.2
(Estribo 1)	3.80 – 7.90	GP	A-1-a (1)	0.35	NP	NP	NP	58.2	37.9	3.9
	7.90 – 25.10	GP	A-1-a (1)	0.64	NP	NP	NP	52.9	44.8	2.3
Perforación P-02	0.70 – 3.10	SM	A-2-4 (0)	0.73	NP	NP	NP	0.0	86.8	13.2
(Estribo 1)	3.10 – 25.00	GP	A-1-a (1)	0.54	NP	NP	NP	76.3	21.5	2.2
Perforación P-03	0.80 – 4.80	SM	A-2-4 (0)	0.64	14.0	10.3	3.8	4.1	61.8	34.1
(Estribo 2)	4.80 – 25.00	GP	A-1-a (1)	0.35	NP	NP	NP	78.9	19.2	1.9
Perforación P-04	3.60 – 5.70	GP	A-1-a (1)	0.50	NP	NP	NP	73.6	23.8	2.6
(Estribo 2)	5.70 – 25.10	GP	A-1-b (1)	0.62	NP	NP	NP	53.4	43.9	2.7
Calicata CG-01	0.50 – 3.00	SP-SM	A-3 (0)	2.92	NP	NP	NP	-	92	8
(Muro 1)										
Calicata CG-02	0.60 – 3.00	SP	A-3 (0)	2.07	NP	NP	NP	-	95	5
(Muro 1)										
Calicata CG-03	0.70 – 2.30	SM	A-2-4(0)	2.93	NP	NP	NP	-	87	13
(Muro 2)	2.30 – 3.00	GP-GM	A-1-b (0)	1.62	NP	NP	NP	57	38	5
Calicata CG-04	0.30 – 2.10	SP-SM	A-2-4 (0)	2.05	NP	NP	NP	-	89	11
(Muro 2)	2.10 – 3.00	GP	A-1-0 (0)	0.92	NP	NP	NP	64	33	3

Cuadro N° A-17: Resultados de los Ensayos Estándares en Suelos – Paso a Desnivel Av. Centenario

Perforación	Profundidad del estrato (m.)	Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	Peso Unitario Compactado (kg/m ³)
Calicata CG-01 (Muro 1)	0.50 – 3.00	1308	1493
Calicata CG-02 (Muro 1)	0.60 – 3.00	1343	1506
Calicata CG-03 (Muro 2)	2.30 – 3.00	1821	1964

Cuadro N° A-18: Resultados de los Ensayos de Peso Unitario

Sondeo	Profundidad del estrato (m.)	Peso Volumétrico (g/cm ³)	Cohesión (KPa)	Ángulo de fricción (°)
P-01 (Estribo 1)	3.80 – 4.40	1.80	2.12	29.4
	7.30 – 7.90	1.75	1.76	25.6
	10.30 – 10.90	1.80	3.04	25.4
P-02 (Estribo 1)	2.60 – 3.10	1.65	2.63	28.3
	4.20 – 4.80	1.65	5.48	25.5
	7.70 – 8.20	1.80	5.28	25.0
P-03 (Estribo 2)	2.40 – 3.00	1.70	2.93	29.9
	4.30 – 4.80	1.70	2.78	29.2
	7.10 – 7.60	1.80	3.24	27.3
P-04 (Estribo 2)	4.10 – 4.60	1.65	3.14	25.7
	7.20 – 7.70	1.65	2.48	25.8
Calicata CG-01(Muro 1)	0.50 – 3.00	1.308	0.81	31.3
Calicata CG-02(Muro 1)	0.60 – 3.00	1.343	3.87	30.1
Calicata CG-03(Muro 2)	2.30 – 3.00	1.821	2.34	32.4

Cuadro N°A-19: Resultados de los Ensayos de corte directo en suelos – Paso a Desnivel

Av. Centenario

B (m)	L (m)	Df (m)	Sc	S γ	Sq	Criterio por Corte		
						Q _{ult.} (Kg/cm ²)	Q FACTORADA (Kg/cm ²)	Q _{ADM-POR} CORTE (Kg/cm ²)
6.20	26.45	4.00	1.15	0.91	1.15	29.51	13.28	9.84
6.20	26.45	4.50	1.15	0.91	1.15	31.09	13.99	10.36
6.20	26.45	5.00	1.15	0.91	1.15	32.66	14.70	10.89
7.20	26.45	4.00	1.18	0.89	1.17	30.77	13.85	10.26
7.20	26.45	4.50	1.18	0.89	1.17	32.40	14.58	10.80
7.20	26.45	5.00	1.18	0.89	1.17	34.04	15.32	11.35
8.20	26.45	4.00	1.20	0.88	1.19	31.99	14.40	10.66
8.20	26.45	4.50	1.20	0.88	1.19	33.68	15.16	11.23
8.20	26.45	5.00	1.20	0.88	1.19	35.37	15.92	11.79
9.20	26.45	4.00	1.23	0.86	1.22	33.18	14.93	11.06
9.20	26.45	4.50	1.23	0.86	1.22	34.93	15.72	11.64
9.20	26.45	5.00	1.23	0.86	1.22	36.68	16.50	12.23

Cuadro N°A-20: Capacidad de carga Q_{ult} , $Q_{FACTORADA}$ y $Q_{ADM-POR CORTE}$ – Estribo 1

B (m)	L (m)	Df (m)	Sc	S _γ	S _q	Criterio por Corte		
						Q _{ult.} (Kg/cm ²)	Q FACTORADA (Kg/cm ²)	Q _{ADM-POR} CORTE (Kg/cm ²)
6.20	26.45	4.00	1.15	0.91	1.15	32.80	14.76	10.93
6.20	26.45	4.50	1.15	0.91	1.15	34.37	15.47	11.46
6.20	26.45	5.00	1.15	0.91	1.15	35.95	16.18	11.98
7.20	26.45	4.00	1.18	0.89	1.17	34.00	15.30	11.33
7.20	26.45	4.50	1.18	0.89	1.17	35.64	16.04	11.88
7.20	26.45	5.00	1.18	0.89	1.17	37.27	16.77	12.42
8.20	26.45	4.00	1.20	0.88	1.19	35.17	15.83	11.72
8.20	26.45	4.50	1.20	0.88	1.19	36.86	16.59	12.29
8.20	26.45	5.00	1.20	0.88	1.19	38.55	17.35	12.85
9.20	26.45	4.00	1.23	0.86	1.22	36.30	16.34	12.10
9.20	26.45	4.50	1.23	0.86	1.22	38.05	17.12	12.68
9.20	26.45	5.00	1.23	0.86	1.22	39.80	17.91	13.27

Cuadro N°A-21: Capacidad de carga Q_{ult} , $Q_{FACTORADA}$ y $Q_{ADM-POR\ CORTE}$ – Estribo 2

Estructura	Ancho de Zapata, B (m.)	Largo de Zapata, L (m.)	Profundidad de desplante, Df (m.)	Verificación por corte			Verificación por Asentamiento			Finales	
				$Q_{ADM-POR\ CORTE}$ (Kg/cm ²)	Asentamiento (mm.)	Condición	$Q_{ADM-POR\ ASENTAMIENTO}$ (Kg/cm ²)	Asentamiento (mm.)	Condición	Q_{ADM} (Kg/cm ²)	Asentamiento (mm.)
ESTRIBO 1 (SENTIDO HUACHO - PATIVILCA)	6.20	26.45	4.00	9.84	95.35	NO CUMPLE	3.70	24.81	CUMPLE	3.70	24.81
	6.20	26.45	4.50	10.36	96.78	NO CUMPLE	3.90	24.73	CUMPLE	3.90	24.73
	6.20	26.45	5.00	10.89	99.15	NO CUMPLE	4.10	24.88	CUMPLE	4.10	24.88
	7.20	26.45	4.00	10.26	111.02	NO CUMPLE	3.50	25.22	CUMPLE	3.50	25.22
	7.20	26.45	4.50	10.80	113.38	NO CUMPLE	3.70	25.32	CUMPLE	3.70	25.32
	7.20	26.45	5.00	11.35	116.02	NO CUMPLE	3.80	24.44	CUMPLE	3.80	24.44
	8.20	26.45	4.00	10.66	127.22	NO CUMPLE	3.30	25.13	CUMPLE	3.30	25.13
	8.20	26.45	4.50	11.23	130.18	NO CUMPLE	3.50	25.34	CUMPLE	3.50	25.34
	8.20	26.45	5.00	11.79	133.20	NO CUMPLE	3.60	24.44	CUMPLE	3.60	24.44
	9.20	26.45	4.00	11.06	143.52	NO CUMPLE	3.10	24.55	CUMPLE	3.10	24.55
	9.20	26.45	4.50	11.64	147.13	NO CUMPLE	3.30	24.87	CUMPLE	3.30	24.87
	9.20	26.45	5.00	12.23	150.70	NO CUMPLE	3.50	25.21	CUMPLE	3.50	25.21

Cuadro N°A-22: Capacidad de carga admisible Q_{ADM} – Estribo 1

Estructura	Ancho de Zapata, B (m.)	Largo de Zapata, L (m.)	Profundidad de desplante, Df (m.)	Verificación por corte			Verificación por Asentamiento			Finales	
				Q ADM-POR CORTE (Kg/cm ²)	Asentamiento (mm.)	Condición	Q ADM-POR ASENTAMIENTO (Kg/cm ²)	Asentamiento (mm.)	Condición	Q ADM (Kg/cm ²)	Asentamiento (mm.)
ESTRIBO 2 (SENTIDO PATIVILC A - HUACHO)	6.20	26.45	4.00	10.93	109.16	NO CUMPLE	3.70	24.79	CUMPLE	3.70	24.79
	6.20	26.45	4.50	11.46	109.89	NO CUMPLE	3.90	24.67	CUMPLE	3.90	24.79
	6.20	26.45	5.00	11.98	111.33	NO CUMPLE	4.10	24.72	CUMPLE	4.10	24.79
	7.20	26.45	4.00	11.33	125.75	NO CUMPLE	3.50	25.16	CUMPLE	3.50	24.79
	7.20	26.45	4.50	11.88	126.99	NO CUMPLE	3.70	25.16	CUMPLE	3.70	24.79
	7.20	26.45	5.00	12.42	128.63	NO CUMPLE	3.90	25.26	CUMPLE	3.90	24.79
	8.20	26.45	4.00	11.72	142.22	NO CUMPLE	3.30	24.99	CUMPLE	3.30	24.79
	8.20	26.45	4.50	12.29	144.04	NO CUMPLE	3.50	25.11	CUMPLE	3.50	24.79
	8.20	26.45	5.00	12.85	145.98	NO CUMPLE	3.70	25.28	CUMPLE	3.70	24.79
	9.20	26.45	4.00	12.10	158.57	NO CUMPLE	3.10	24.34	CUMPLE	3.10	24.79
	9.20	26.45	4.50	12.68	161.00	NO CUMPLE	3.30	24.59	CUMPLE	3.30	24.79
	9.20	26.45	5.00	13.27	163.45	NO CUMPLE	3.50	24.86	CUMPLE	3.50	24.79

Cuadro N°A-23: Capacidad de carga admisible Q_{ADM} – Estribo 2

Muro	Altura del Muro, H (m)	B (m)	Excentricidad, e (m.)	B' (m)	L (m)	Df (m)	Sc	S _y	S _q	Q ult. (Kg/cm ²)	Q FACTORADA (Kg/cm ²)
Muro Lado Izquierdo	3.20	3.00	0.49	2.03	-	0.80	1.00	1.00	1.00	6.63	4.31
	5.00	4.50	0.66	3.17	-	0.80	1.00	1.00	1.00	9.94	6.46
	7.00	6.00	0.87	4.26	-	0.80	1.00	1.00	1.00	13.26	8.62
	7.60	6.50	0.92	4.65	-	0.80	1.00	1.00	1.00	14.36	9.34
Muro Lado Derecho	3.00	3.00	0.44	2.12	-	0.80	1.00	1.00	1.00	6.63	4.31
	4.80	4.50	0.62	3.26	-	0.80	1.00	1.00	1.00	9.94	6.46
	7.80	6.50	0.97	4.57	-	0.80	1.00	1.00	1.00	14.36	9.34
	8.60	7.50	0.99	5.52	-	0.80	1.00	1.00	1.00	16.57	10.77

Cuadro N° A-24: Capacidad de carga finales para todos los muros de acceso de suelo reforzado

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario Soles	Parcial soles	Parcial Partida Soles
1.01	Logística General (incluye traslado de personal, movilidad, viáticos, hospedajes, traslado muestras a laboratorio, certificados, etc	unidad	1	75000.00	75000.00	
	SubTotal					75,000.00
2.00	EXCAVACION DE CALICATAS Y ENSAYOS IN SITU					
2.01	Excavación de calicatas de 3 m de profundidad mínima	unidad	4	500.00	2000.00	
2.02	Ensayo de permeabilidad en el terreno	unidad	4	100.00	400.00	
2.03	Corte de pavimento y reposición en asfalto en frio	unidad	4	300.00	1200.00	
	SubTotal					2,000.00
3.00	PERFORACIONES Y ENSAYOS					
3.01	Perforacion diámetro HQ 2.35'' en suelo o roca	ml	100	400.00	40000.00	
3.02	ENSAYOS SPT	unidad	20	250.00	5000.00	
3.03	ENSAYOS CONO PECK	unidad	17	250.00	4250.00	
	SubTotal					49,250.00
4.00	ENSAYOS DE LABORATORIO EN CALICATAS DE PISTA DE VUELO, CALLES DE RODAJE Y PLATAFORMA					
4.01	Apertura y descripción de muestras	unidad	25	140.00	3,500.00	
4.02	Determinación de la humedad (MTC E-108)	unidad				
4.03	Determinación de los Límites de Atterberg (MTC E-110 E-111)	unidad				
4.04	Granulometría por tamizado (MTC E 107)	unidad				
4.05	Clasificación SUCS y AASHTO (ASTM D-2487) (AASHTO M-145)	unidad				
4.06	Proctor Modificado (MTC E-115)	unidad	25	160.00	4,000.00	
4.07	California Bearing Ratio (CBR) (MTC E-132)	unidad	25	350.00	8,750.00	
4.08	Determinación del contenido de sulfatos del suelo (NTP 400.042)	unidad	25	50.00	1,250.00	
4.09	Determinación de las sales solubles del suelo (ASTM D1888)	unidad	25	50.00	1,250.00	
4.10	Determinación de la materia orgánica en suelo (MTC E-118)	unidad	25	50.00	1,250.00	
4.11	Determinación de los cloruros del suelo (NTP.400.042)	unidad	25	50.00	1,250.00	22,500.00

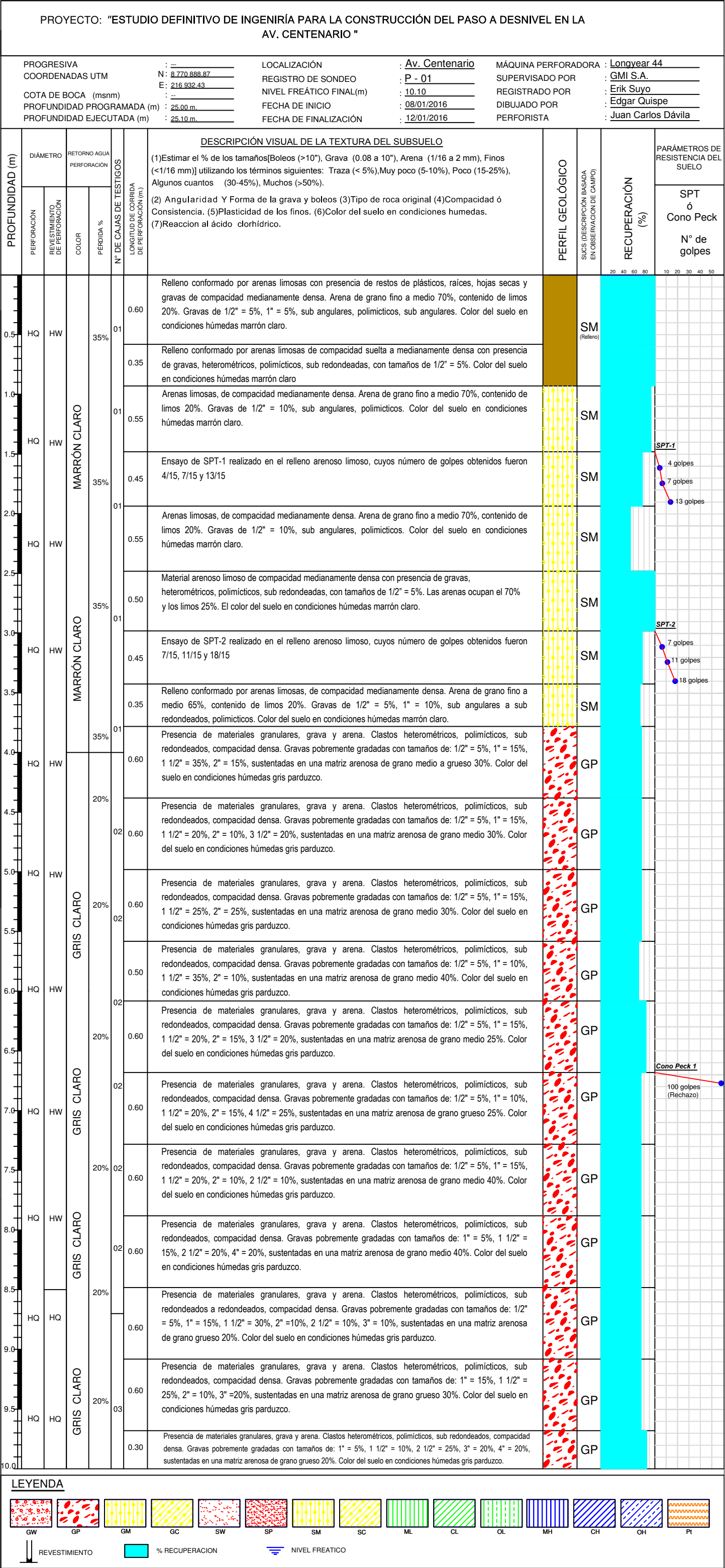
4.12	Determinación del PH del suelo (MTC E 219)	unidad	25	50.00	1,250.00	
4.13	Ensayo GPR (ASTM 6432-99)	ml	25	13.80	345.00	
5.00						
5.01	Ingeniero Geólogos de Campo e ingeniero de Seguridad	días	25	625.00	15,625.00	
5.02	Perforista y Ayudante de perforacion	días	25	400.00	10,000.00	
5.03	Informe de resultados	unidad	1	4000.00	4,000.00	
	SubTotal					29,625.00
<i>Total(sin incluir IGV)</i>					<i>Soles</i>	<i>178375.00</i>
<i>IGV</i>					<i>18%</i>	<i>32107.50</i>
TOTAL (incluyendo IGV)					Soles	210482.50

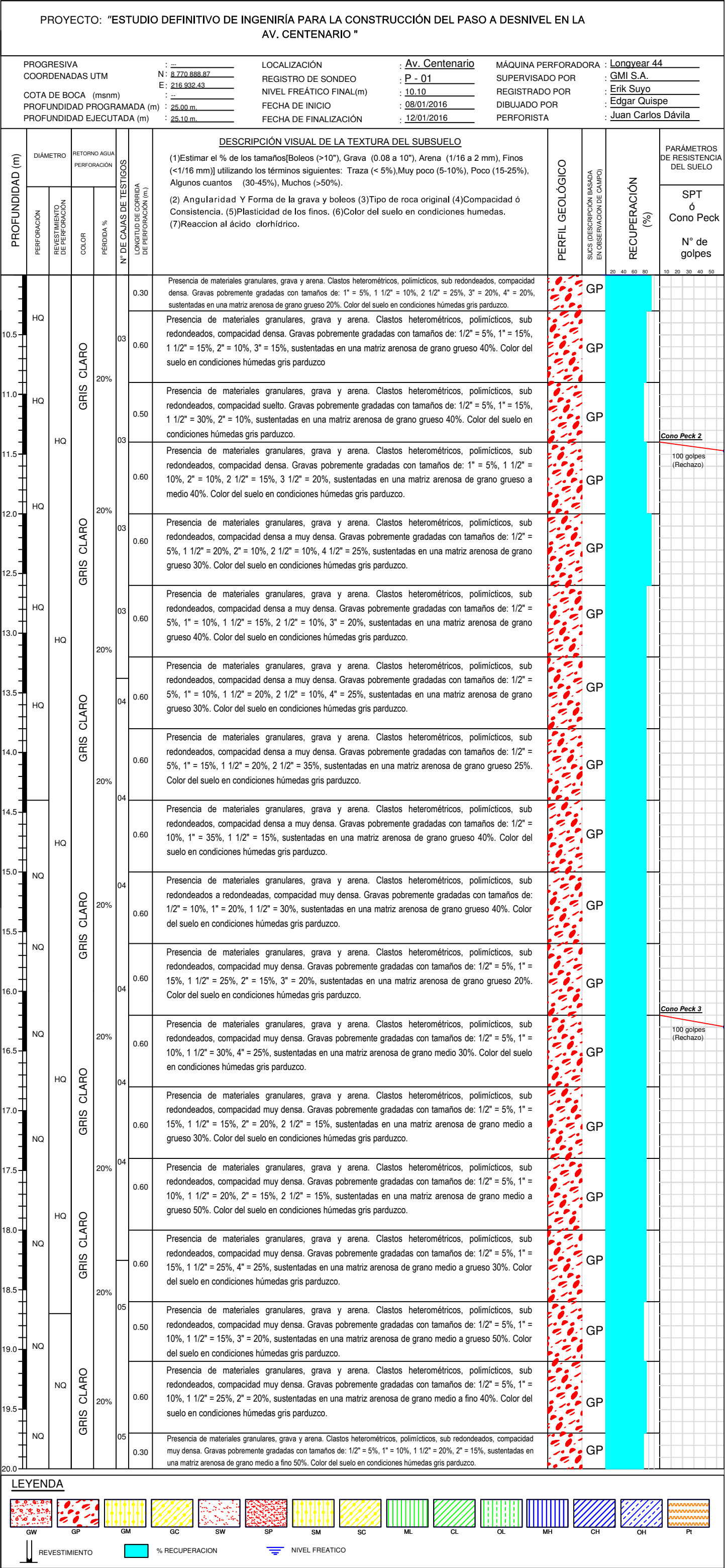
Cuadro N°A-25: Costes del Estudio Geotécnico

ANEXO B: REGISTROS ESTRATIGRÁFICOS DE PERFORACIÓN DIAMANTINA Y CALICATAS

PERFORACIONES DIAMANTINAS


SONDEO 01








PROYECTO: "ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIRÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PASO A DESNIVEL EN LA AV. CENTENARIO "											
PROGRESIVA		: ---		LOCALIZACIÓN		: <u>Av. Centenario</u>		MÁQUINA PERFORADORA		: <u>Longyear 44</u>	
COORDENADAS UTM		N: <u>8 770 888.87</u>		REGISTRO DE SONDEO		: <u>P - 01</u>		SUPERVISADO POR		: <u>GMI S.A.</u>	
COTA DE BOCA (msnm)		E: <u>216 932.43</u>		NIVEL FREÁTICO FINAL(m)		: <u>10.10</u>		REGISTRADO POR		: <u>ErikSuyo</u>	
PROFUNDIDAD PROGRAMADA (m)		: <u>25.00 m.</u>		FECHA DE INICIO		: <u>08/01/2016</u>		DIBUJADO POR		: <u>Edgar Quispe</u>	
PROFUNDIDAD EJECUTADA (m)		: <u>25.10 m.</u>		FECHA DE FINALIZACIÓN		: <u>12/01/2016</u>		PERFORISTA		: <u>Juan Carlos Dávila</u>	
PROFUNDIDAD (m)	DIÁMETRO		RETORNO AGUA PERFORACIÓN		N° DE CAJAS DE TESTIGOS	LONGITUD DE CORRIIDA DE PERFORACIÓN (m.)	DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA TEXTURA DEL SUBSUELO (1)Estimar el % de los tamaños[Boleos (>10"), Grava (0.08 a 10"), Arena (1/16 a 2 mm), Finos (<1/16 mm)] utilizando los términos siguientes: Traza (< 5%),Muy poco (5-10%), Poco (15-25%), Algunos cuantos (30-45%), Muchos (>50%). (2) Angularidad Y Forma de la grava y boleos (3)Tipo de roca original (4)Compacidad ó Consistencia. (5)Plasticidad de los finos. (6)Color del suelo en condiciones húmedas. (7)Reaccion al ácido clorhídrico.	PERFIL GEOLÓGICO	SUCS (DESCRIPCIÓN BASADA EN OBSERVACIÓN DE CAMPO)	RECUPERACIÓN (%)	PARÁMETROS DE RESISTENCIA DEL SUELO SPT ó Cono Peck N° de golpes
	PERFORACIÓN	REVESTIMIENTO DE PERFORACIÓN	COLOR	PÉRDIDA %							
20.5	NQ	NQ	GRIS CLARO	20%	05	0.20			GP		
						0.60	Presencia de materiales granulares, grava y arena. Clastos heterométricos, polimícticos, sub redondeados, compacidad muy densa. Gravas pobremente gradadas con tamaños de: 1/2" = 5%, 1" = 10%, 1 1/2" = 35, sustentadas en una matriz arenosa de grano medio a fino 50%. Color del suelo en condiciones húmedas gris parduzco		GP		
21.0	NQ	NQ	GRIS CLARO	20%	05	0.60	Presencia de materiales granulares, grava y arena. Clastos heterométricos, polimícticos, sub redondeados, compacidad muy densa. Gravas pobremente gradadas con tamaños de: 1/2" = 5%, 1" = 15%, 1 1/2" = 30%, 2 1/2" = 10%, sustentadas en una matriz arenosa de grano medio a fino 40%. Color del suelo en condiciones húmedas gris parduzco.		GP		
21.5						0.60	Presencia de materiales granulares, grava y arena. Clastos heterométricos, polimícticos, sub redondeados, compacidad muy densa. Gravas pobremente gradadas con tamaños de: 1/2" = 5%, 1" = 10%, 1 1/2" = 15%, 2" = 20%, 3" = 20%, sustentadas en una matriz arenosa de grano medio a fino 30%. Color del suelo en condiciones húmedas gris parduzco.		GP		
22.0	NQ	NQ	GRIS CLARO	20%	05	0.60	Presencia de materiales granulares, grava y arena. Clastos heterométricos, polimícticos, sub redondeados, compacidad muy densa. Gravas pobremente gradadas con tamaños de: 1/2" = 5%, 1" = 25%, 1 1/2" = 20%, sustentadas en una matriz arenosa de grano medio a fino 50%. Color del suelo en condiciones húmedas gris parduzco.		GP		
22.5						0.60	Presencia de materiales granulares, grava y arena. Clastos heterométricos, polimícticos, sub redondeados, compacidad muy densa. Gravas pobremente gradadas con tamaños de: 1/2" = 5%, 1" = 35%, 1 1/2" = 20%, sustentadas en una matriz arenosa de grano medio a fino 40%. Color del suelo en condiciones húmedas gris parduzco.		GP		
23.0	HQ	NQ	GRIS CLARO	20%	06	0.60	Presencia de materiales granulares, grava y arena. Clastos heterométricos, polimícticos, sub redondeados, compacidad muy densa. Gravas pobremente gradadas con tamaños de: 1" = 5%, 1 1/2" = 15%, 2" = 10%, 2 1/2" = 10%, 3 1/2" = 20%, sustentadas en una matriz arenosa de grano medio a fino 40%. Color del suelo en condiciones húmedas gris parduzco.		GP		
23.5	HQ					0.60	Presencia de materiales granulares, grava y arena. Clastos heterométricos, polimícticos, sub redondeados, compacidad muy densa. Gravas pobremente gradadas con tamaños de: 1/2" = 5%, 1" = 15%, 1 1/2" = 20%, 2" = 20%, sustentadas en una matriz arenosa de grano medio a fino 40%. Color del suelo en condiciones húmedas gris parduzco.		GP		
24.0						0.35	Presencia de materiales granulares, grava y arena. Clastos heterométricos, polimícticos, sub redondeados, compacidad muy densa. Gravas pobremente gradadas con tamaños de: 1" = 10%, 1 1/2" = 10%, 3" = 15%, 4" = 25%, sustentadas en una matriz arenosa de grano medio a fino 40%. Color del suelo en condiciones húmedas gris parduzco.		GP		
24.5						0.35	Presencia de materiales granulares, grava y arena. Clastos heterométricos, polimícticos, sub redondeados, compacidad muy densa. Gravas pobremente gradadas con tamaños de: 1" = 10%, 1 1/2" = 15%, 3" = 20%, 4" = 25%, sustentadas en una matriz arenosa de grano medio a fino 30%. Color del suelo en condiciones húmedas gris parduzco.		GP		
25.0											
25.5											
26.0											
26.5											
27.0											
27.5											
28.0											
28.5											
29.0											
29.5											
30.0											


LEYENDA


 GW


 GP


 GM


 GC


 SW


 SP


 SM


 SC


 ML


 CL


 OL


 MH


 CH

 OH

 Pt

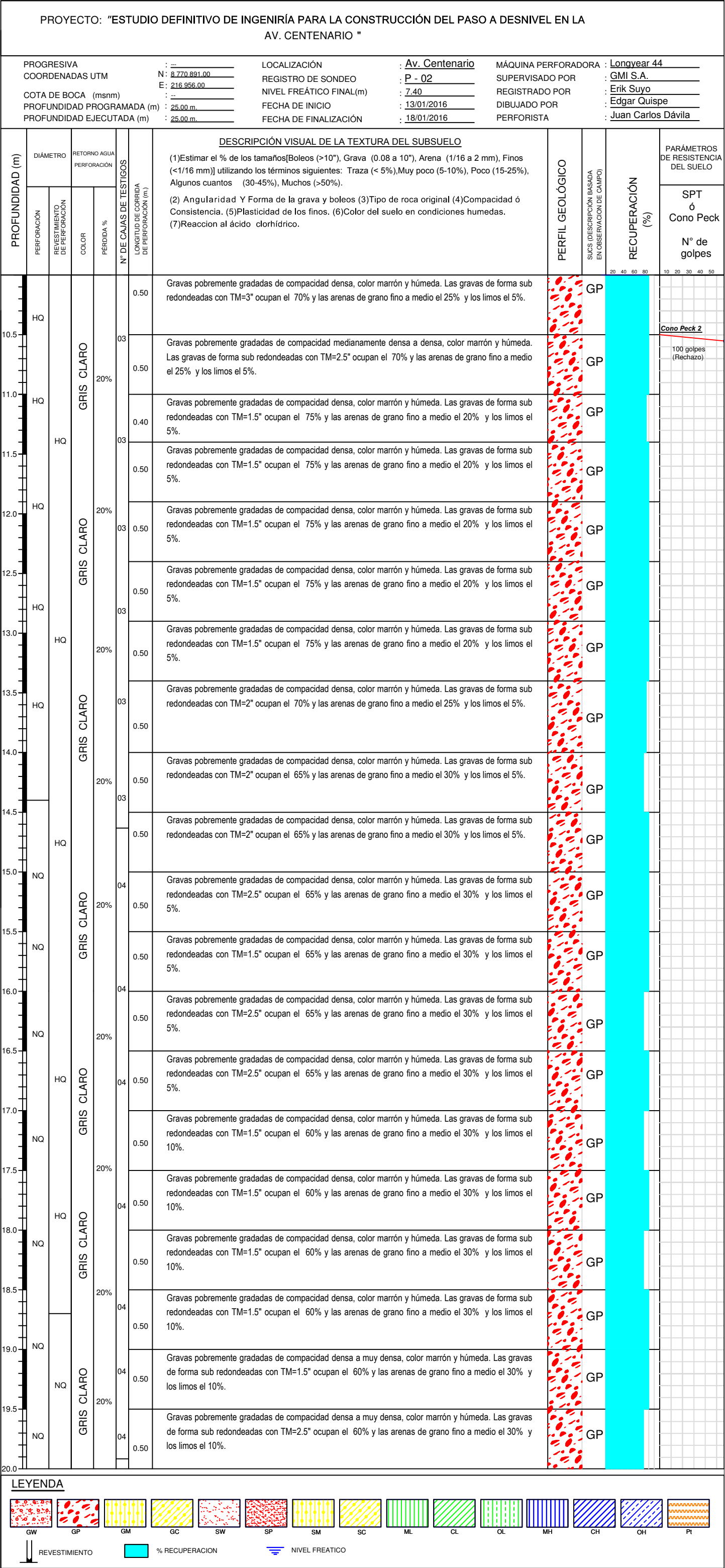
 REVESTIMIENTO

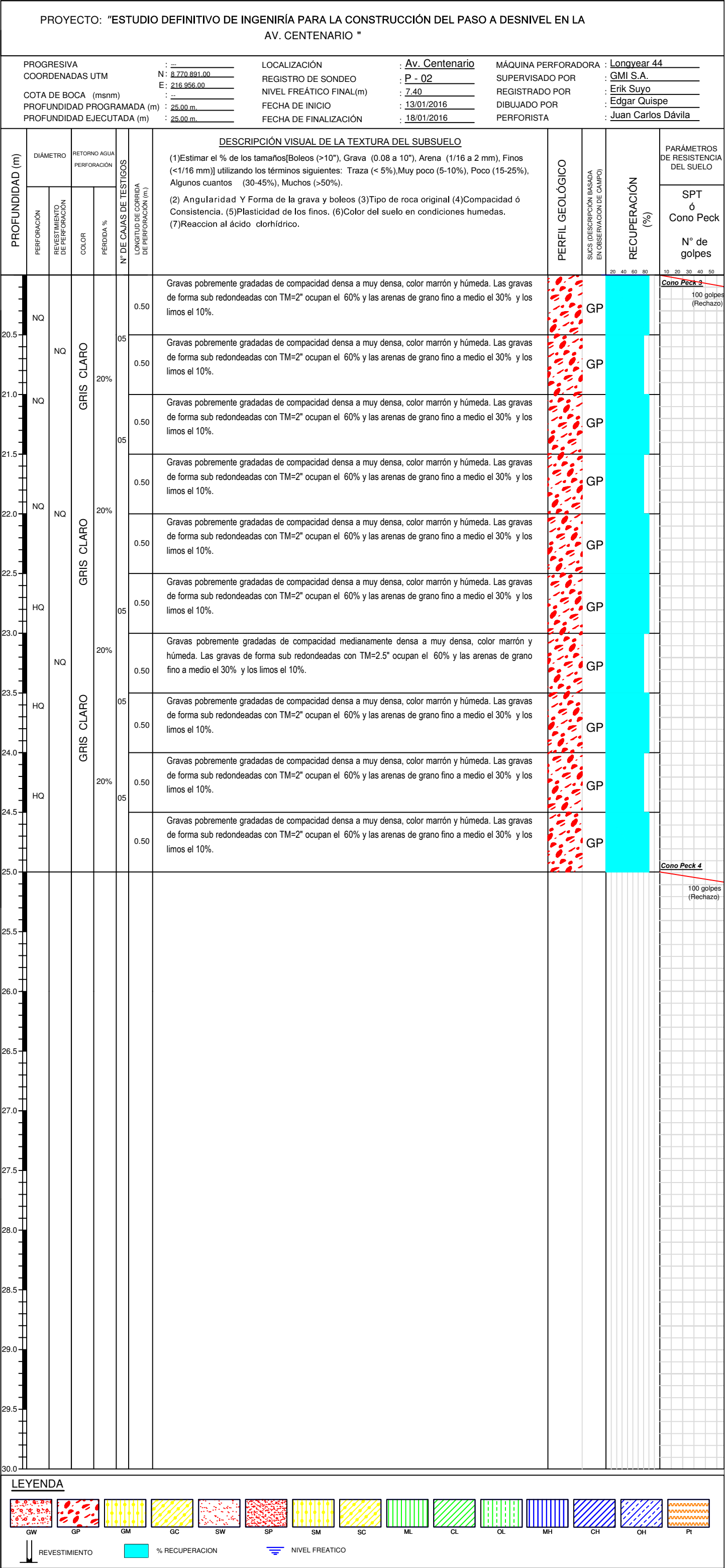
 % RECUPERACION

 NIVEL FREATICO

SONDEO 03

PROYECTO: "ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIRÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PASO A DESNIVEL EN LA AV. CENTENARIO "														
PROGRESIVA		: ---		LOCALIZACIÓN		: <u>Av. Centenario</u>		MÁQUINA PERFORADORA		: <u>Longyear 44</u>				
COORDENADAS UTM		N: <u>8 770 891.00</u>		REGISTRO DE SONDEO		: <u>P - 02</u>		SUPERVISADO POR		: <u>GMI S.A.</u>				
COTA DE BOCA (msnm)		: <u>---</u>		NIVEL FREÁTICO FINAL(m)		: <u>7.40</u>		REGISTRADO POR		: <u>Erik Suyo</u>				
PROFUNDIDAD PROGRAMADA (m)		: <u>25.00 m.</u>		FECHA DE INICIO		: <u>13/01/2016</u>		DIBUJADO POR		: <u>Edgar Quispe</u>				
PROFUNDIDAD EJECUTADA (m)		: <u>25.00 m.</u>		FECHA DE FINALIZACIÓN		: <u>18/01/2016</u>		PERFORISTA		: <u>Juan Carlos Dávila</u>				
PROFUNDIDAD (m)	DIÁMETRO		RETORNO AGUA PERFORACIÓN		N° DE CAJAS DE TESTIGOS	LONGITUD DE CORRIDA DE PERFORACIÓN (m.)	DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA TEXTURA DEL SUBSUELO (1)Estimar el % de los tamaños[Boleos (>10"), Grava (0.08 a 10"), Arena (1/16 a 2 mm), Finos (<1/16 mm)] utilizando los términos siguientes: Traza (< 5%),Muy poco (5-10%), Poco (15-25%), Algunos cuantos (30-45%), Muchos (>50%). (2) Angularidad Y Forma de la grava y boleos (3)Tipo de roca original (4)Compacidad ó Consistencia. (5)Plasticidad de los finos. (6)Color del suelo en condiciones húmedas. (7)Reaccion al ácido clorhídrico.	PERFIL GEOLÓGICO	SUCS (DESCRIPCIÓN BASADA EN OBSERVACIÓN DE CAMPO)	RECUPERACIÓN (%)	PARÁMETROS DE RESISTENCIA DEL SUELO SPT ó Cono Peck N° de golpes			
	PERFORACIÓN	REVESTIMIENTO DE PERFORACIÓN	COLOR	PÉRDIDA %										
0.5	HQ	HW	35%	01	0.70	Relleno conformado por arenas limosas con gravas de compacidad suelta, color marrón en estado húmedo. Las arenas de grano fino representan el 70%, los limos de baja plasticidad el 20%, las gravas de forma sub redondeadas con TM=1.5" el 10%.		SM						
1.0	HQ	HW			0.60	Arenas limosas con gravas de compacidad suelta, color marrón en estado húmedo. Las arenas de grano fino representan el 70%, los limos de baja plasticidad el 25%, las gravas de forma sub redondeadas con TM=1" el 5%.		SM						
1.5					0.50	Arenas limosas de grano fino, de compacidad suelta. Presenta gravas de forma sub redondeadas de TM=1" representado el 5%, las arenas 75% y los limos el 20%.		SM						
2.0	HQ	HW	0.80	Arenas limosas de grano fino, de compacidad suelta. Presenta gravas de forma sub redondeadas de TM=1.5" representado el 10%, las arenas 70% y los limos el 25%.	SM									
2.5			0.50	Arenas limosas de grano fino, de compacidad suelta. Presenta gravas de forma sub redondeadas de TM=1.5" representado el 10%, las arenas 70% y los limos el 25%.	SM									
3.0	HQ	HW	0.50	Gravas pobremente gradadas de compacidad densa, color marrón y húmeda. Las gravas de forma sub redondeadas con TM=2" ocupan el 70% y las arenas de grano fino a medio el 25% y los limos el 5%.	GP									
3.5			0.60	Gravas pobremente gradadas de compacidad densa, color marrón y húmeda. Las gravas de forma sub redondeadas con TM=2.5" ocupan el 70% y las arenas de grano fino a medio el 25% y los limos el 5%.	GP									
4.0	HQ	HW	0.60	Gravas pobremente gradadas de compacidad densa, color marrón y húmeda. Las gravas de forma sub redondeadas con TM=2" ocupan el 70% y las arenas de grano fino a medio el 25% y los limos el 5%.	GP									
4.5			0.60	Gravas pobremente gradadas de compacidad densa, color marrón y húmeda. Las gravas de forma sub redondeadas con TM=2" ocupan el 70% y las arenas de grano fino a medio el 25% y los limos el 5%.	GP									
5.0	HQ	HW	0.60	Gravas pobremente gradadas de compacidad densa, color marrón y húmeda. Las gravas de forma sub redondeadas con TM=2" ocupan el 70% y las arenas de grano fino a medio el 25% y los limos el 5%.	GP									
5.5			0.30	Gravas pobremente gradadas de compacidad densa, color marrón y húmeda. Las gravas de forma sub redondeadas con TM=2.5" ocupan el 70% y las arenas de grano fino a medio el 25% y los limos el 5%.	GP									
6.0	HQ	HW	0.60	Gravas pobremente gradadas de compacidad densa, color marrón y húmeda. Las gravas de forma sub redondeadas con TM=2.5" ocupan el 70% y las arenas de grano fino a medio el 25% y los limos el 5%.	GP									
6.5			0.60	Gravas pobremente gradadas de compacidad densa, color marrón y húmeda. Las gravas de forma sub redondeadas con TM=2" ocupan el 70% y las arenas de grano fino a medio el 25% y los limos el 5%.	GP									
7.0	HQ	HW	0.60	Gravas pobremente gradadas de compacidad densa, color marrón y húmeda. Las gravas de forma sub redondeadas con TM=2" ocupan el 65% y las arenas de grano fino a medio el 30% y los limos el 5%.	GP									
7.5			0.60	Gravas pobremente gradadas de compacidad densa, color marrón y húmeda. Las gravas de forma sub redondeadas con TM=2.5" ocupan el 65% y las arenas de grano fino a medio el 30% y los limos el 5%.	GP									
8.0	HQ	HW	0.60	Gravas pobremente gradadas de compacidad densa, color marrón y húmeda. Las gravas de forma sub redondeadas con TM=2" ocupan el 65% y las arenas de grano fino a medio el 30% y los limos el 5%.	GP									
8.5			0.60	Gravas pobremente gradadas de compacidad densa, color marrón y húmeda. Las gravas de forma sub redondeadas con TM=2" ocupan el 65% y las arenas de grano fino a medio el 30% y los limos el 5%.	GP									
9.0	HQ	HQ	0.60	Gravas pobremente gradadas de compacidad densa, color marrón y húmeda. Las gravas de forma sub redondeadas con TM=2" ocupan el 65% y las arenas de grano fino a medio el 30% y los limos el 5%.	GP									
9.5			0.60	Gravas pobremente gradadas de compacidad densa, color marrón y húmeda. Las gravas de forma sub redondeadas con TM=2" ocupan el 65% y las arenas de grano fino a medio el 30% y los limos el 5%.	GP									
10.0				0.30	Gravas pobremente gradadas de compacidad densa, color marrón y húmeda. Las gravas de forma sub redondeadas con TM=2" ocupan el 65% y las arenas de grano fino a medio el 30% y los limos el 5%.	GP								
LEYENDA														
REVESTIMIENTO				% RECUPERACION				NIVEL FREATICO						

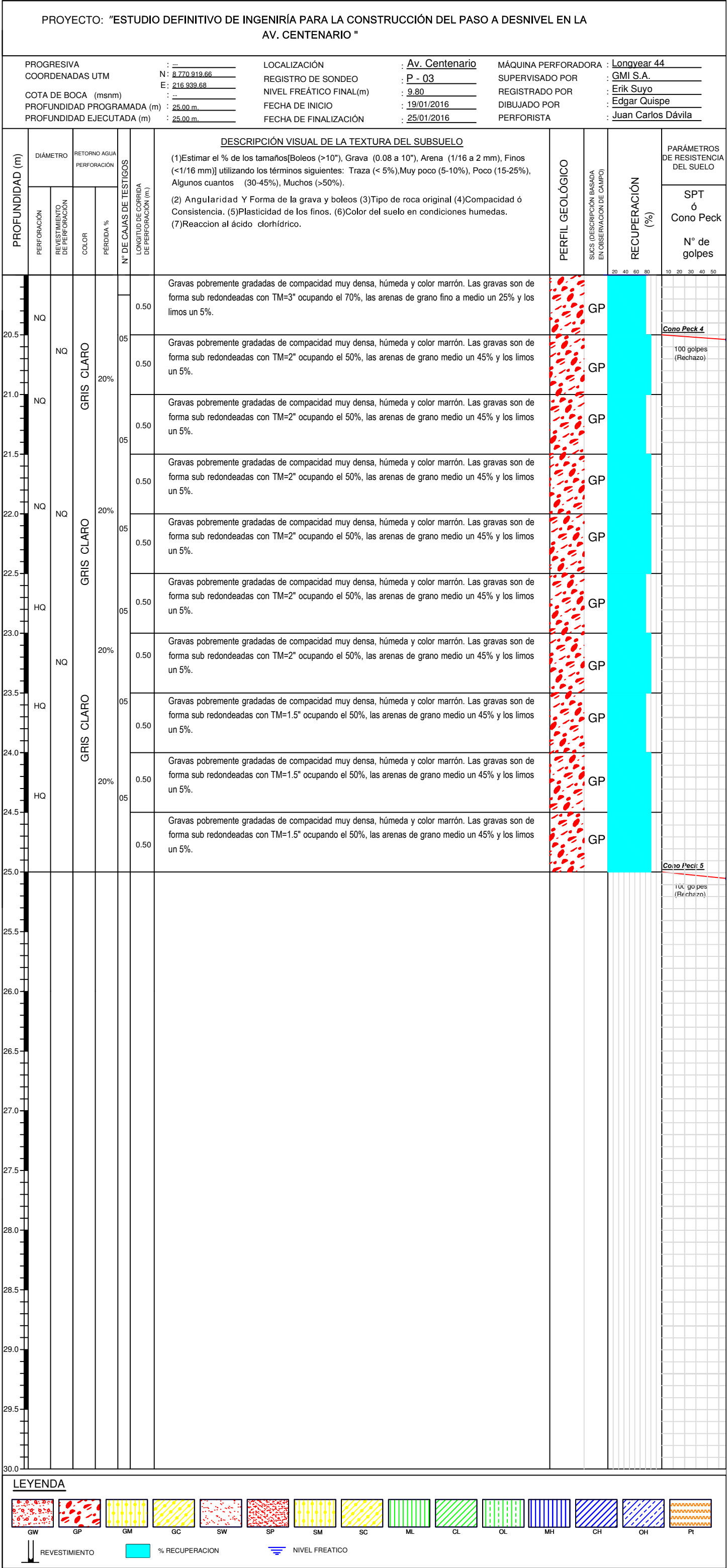




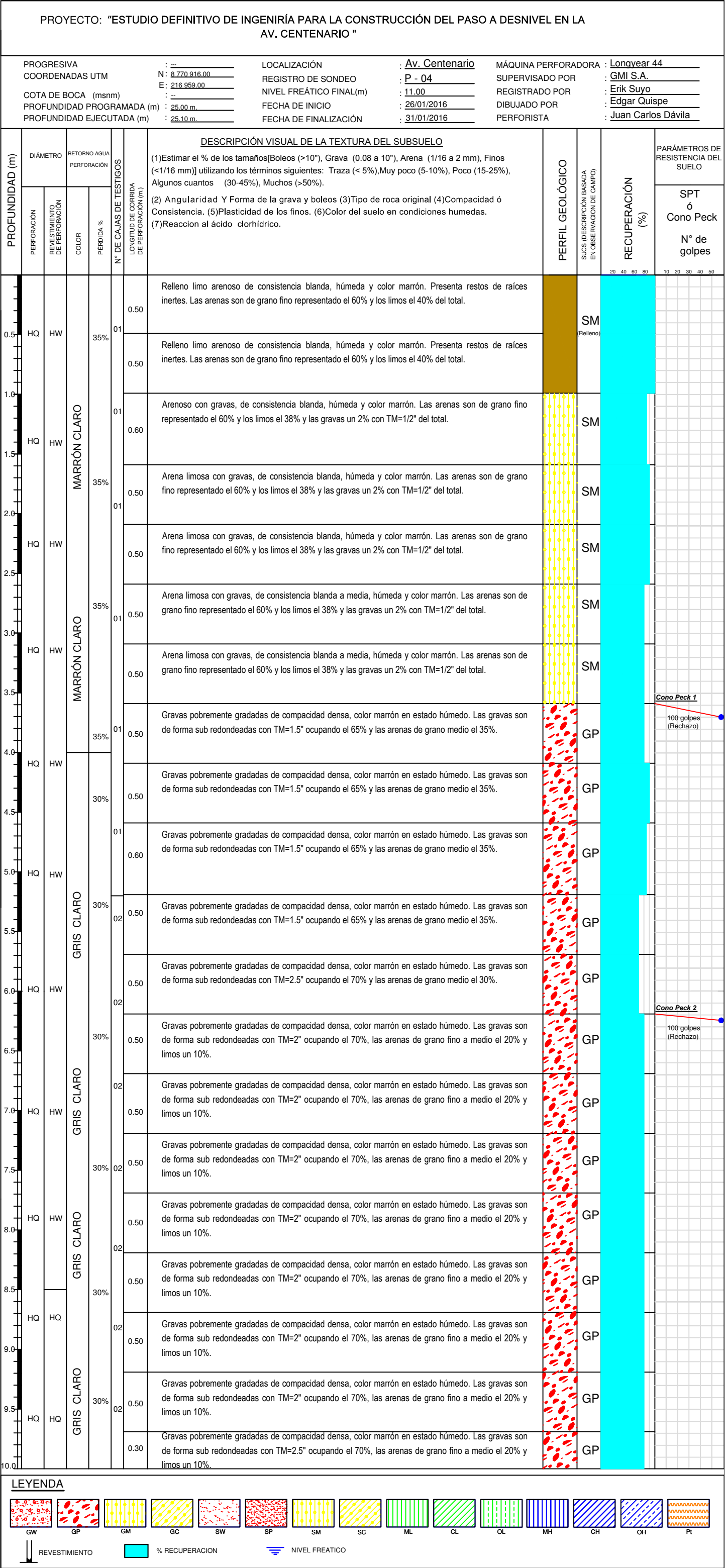
SONDEO 02

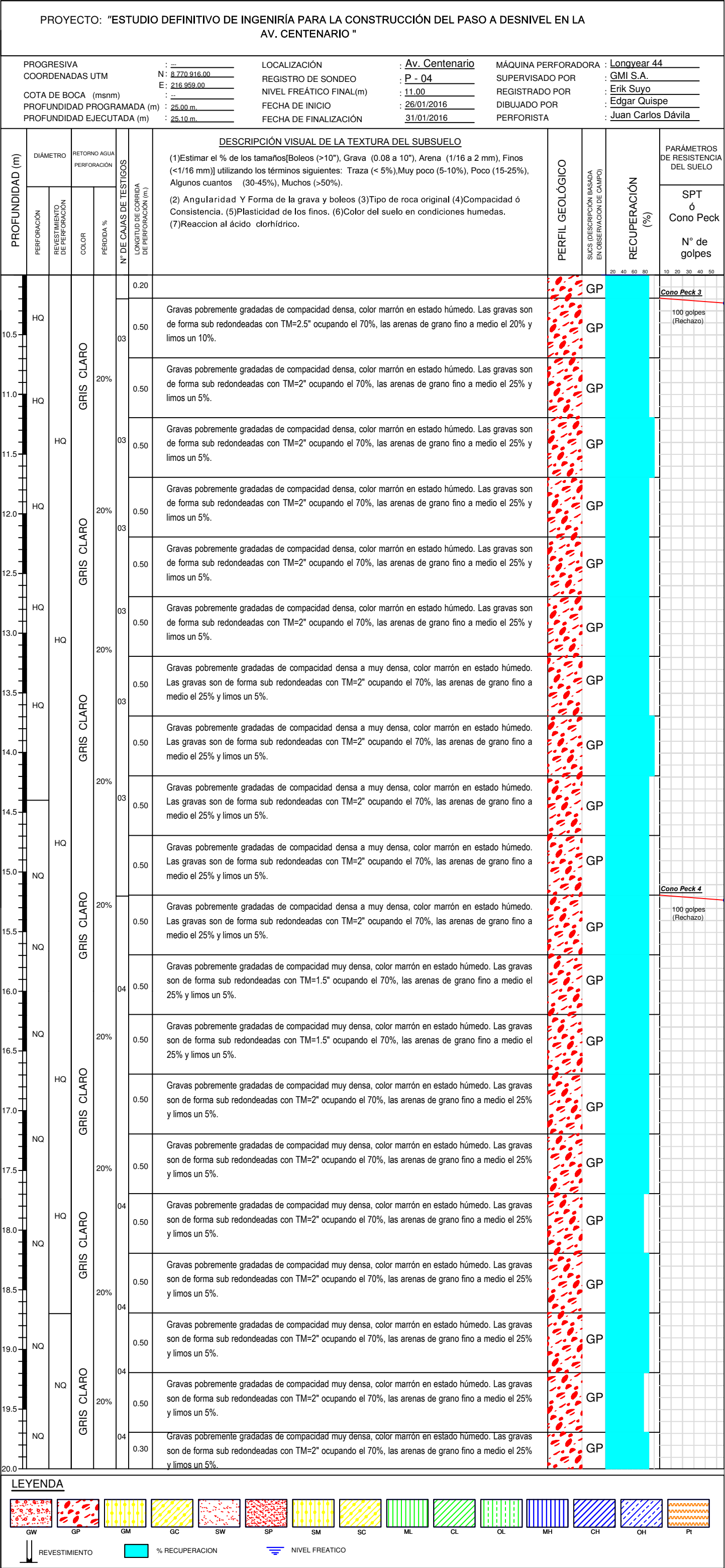
PROYECTO: "ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PASO A DESNIVEL EN LA AV. CENTENARIO "																		
PROGRESIVA			: ---			LOCALIZACIÓN			: <u>Av. Centenario</u>			MÁQUINA PERFORADORA			: <u>Longyear 44</u>			
COORDENADAS UTM			N : <u>8 770 919.66</u>			REGISTRO DE SONDEO			: <u>P - 03</u>			SUPERVISADO POR			: <u>GMI S.A.</u>			
			E : <u>216 939.68</u>			NIVEL FREÁTICO FINAL(m)			: <u>9.80</u>			REGISTRADO POR			: <u>Erik Suyo</u>			
COTA DE BOCA (msnm)			: <u>--</u>			FECHA DE INICIO			: <u>19/01/2016</u>			DIBUJADO POR			: <u>Edgar Quispe</u>			
PROFUNDIDAD PROGRAMADA (m)			: <u>25.00 m.</u>			FECHA DE FINALIZACIÓN			: <u>25/01/2016</u>			PERFORISTA			: <u>Juan Carlos Dávila</u>			
PROFUNDIDAD EJECUTADA (m)			: <u>25.00 m.</u>															
PROFUNDIDAD (m)	DIÁMETRO		RETORNO AGUA PERFORACIÓN		N° DE CAJAS DE TESTIGOS	LONGITUD DE CORRI DA DE PERFORACIÓN (m.)	DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA TEXTURA DEL SUBSUELO (1)Estimar el % de los tamaños[Boleos (>10"), Grava (0.08 a 10"), Arena (1/16 a 2 mm), Finos (<1/16 mm)] utilizando los términos siguientes: Traza (< 5%),Muy poco (5-10%), Poco (15-25%), Algunos cuantos (30-45%), Muchos (>50%). (2) Angularidad Y Forma de la grava y boleos (3)Tipo de roca original (4)Compacidad ó Consistencia. (5)Plasticidad de los finos. (6)Color del suelo en condiciones húmedas. (7)Reaccion al ácido clorhídrico.	PERFIL GEOLÓGICO	SUCS (DESCRIPCIÓN BASADA EN OBSERVACIÓN DE CAMPO)	RECUPERACIÓN (%)	PARÁMETROS D RESISTENCIA DE SUELO							
	PERFORACIÓN	REVESTIMIENTO DE PERFORACIÓN	COLOR	PÉRDIDA %							SPT ó Cono Peck	N° de golpes						
0.5	HQ	HW	35%	01	0.60	Relleno conformado por arenas limosas con gravas de compacidad suelta a medianamente densa, color marrón en estado húmedo. Se registra presencia de raíces Las arenas de grano fino representan el 70%, los limos de baja plasticidad el 20%, las gravas de forma sub angulosas con TM=1.5" el 10%.		SM (Relleno)	100	30	100							
1.0	HQ	HW			35%	01						0.60	Arenas limosas con gravas de compacidad suelta a medianamente densa, color marrón en estado húmedo. Las arenas de grano fino representan el 65%, los limos de baja plasticidad el 25%, las gravas de forma sub angulosas con TM=1.5" el 10%.	SM	30	100		
1.5												0.60	Arenas limosas con gravas de compacidad suelta a medianamente densa, color marrón en estado húmedo. Las arenas de grano fino representan el 65%, los limos de baja plasticidad el 25%, las gravas de forma sub angulosas con TM=3/4" el 10%.	SM			30	100
2.0												0.60	Arenas limosas con gravas de compacidad suelta a medianamente densa, color marrón en estado húmedo. Las arenas de grano fino representan el 65%, los limos de baja plasticidad el 25%, las gravas de forma sub angulosas con TM=1.5" el 10%.	SM				
2.5	HQ	HW	35%	01	0.60	Arenas limosas con gravas de compacidad medianamente densa, color marrón en estado húmedo. Las arenas de grano fino representando el 70%, los limos de baja plasticidad el 25%, las gravas de forma sub angulosas con TM=3/4" el 5%.	SM	30	100									
3.0					0.30	Ensayo SPT realizado en arenas limosas cuyo resultado de número de golpes fue 4/15, 9/15, 11/15	SM			30	100							
3.5					0.50	Arenas limosas de compacidad medianamente densa, color marrón en estado húmedo. Las arenas de grano fino representando el 70%, los limos de baja plasticidad el 30%.	SM					30	100					
4.0	HQ	HW	35%	01	0.50	Arenas limosas de compacidad medianamente densa, color marrón en estado húmedo. Las arenas de grano fino representando el 70%, los limos de baja plasticidad el 30%.	SM	30	100									
4.5					0.50	Arenas limosas de compacidad medianamente densa, color marrón en estado húmedo. Las arenas de grano fino representando el 70%, los limos de baja plasticidad el 30%.	SM			30	100							
5.0					HQ	HW	30%					02	0.30	Gravas pobremente gradadas de compacidad densa, húmeda y color marrón. Las gravas son de forma sub redondeadas con TM=2" ocupando el 70%, las arenas de grano fino a medio un 25% y los limos un 5%.	GP	30	100	
5.5	0.50	Gravas pobremente gradadas de compacidad densa, húmeda y color marrón. Las gravas son de forma sub redondeadas con TM=2" ocupando el 70%, las arenas de grano fino a medio un 25% y los limos un 5%.	GP	30				100										
6.0	0.60	Gravas pobremente gradadas de compacidad densa, húmeda y color marrón. Las gravas son de forma sub redondeadas con TM=2" ocupando el 70%, las arenas de grano fino a medio un 25% y los limos un 5%.	GP						30	100								
6.5	HQ	HW	30%	02	0.30	Gravas pobremente gradadas de compacidad densa, húmeda y color marrón. Las gravas son de forma sub redondeadas con TM=2" ocupando el 70%, las arenas de grano fino a medio un 25% y los limos un 5%.	GP	30			100							
7.0					0.60	Gravas pobremente gradadas de compacidad densa, húmeda y color marrón. Las gravas son de forma sub redondeadas con TM=2" ocupando el 70%, las arenas de grano fino a medio un 25% y los limos un 5%.	GP		30	100								
7.5					0.50	Gravas pobremente gradadas de compacidad densa, húmeda y color marrón. Las gravas son de forma sub redondeadas con TM=2" ocupando el 70%, las arenas de grano fino a medio un 25% y los limos un 5%.	GP					30	100					
8.0	HQ	HW	30%	02	0.50	Gravas pobremente gradadas de compacidad densa, húmeda y color marrón. Las gravas son de forma sub redondeadas con TM=2" ocupando el 70%, las arenas de grano fino a medio un 25% y los limos un 5%.	GP	30	100									
8.5					0.60	Gravas pobremente gradadas de compacidad densa, húmeda y color marrón. Las gravas son de forma sub redondeadas con TM=2" ocupando el 70%, las arenas de grano fino a medio un 25% y los limos un 5%.	GP			30	100							
9.0					0.50	Gravas pobremente gradadas de compacidad densa, húmeda y color marrón. Las gravas son de forma sub redondeadas con TM=2" ocupando el 70%, las arenas de grano fino a medio un 25% y los limos un 5%.	GP					30	100					
9.5	HQ	HQ	30%	02	0.50	Gravas pobremente gradadas de compacidad densa, húmeda y color marrón. Las gravas son de forma sub redondeadas con TM=2" ocupando el 70%, las arenas de grano fino a medio un 25% y los limos un 5%.	GP	30	100									
10.0					0.30	Gravas pobremente gradadas de compacidad densa, húmeda y color marrón. Las gravas son de forma sub redondeadas con TM=2" ocupando el 70%, las arenas de grano fino a medio un 25% y los limos un 5%.	GP			30	100							
LEYENDA																		
REVESTIMIENTO		% RECUPERACION		NIVEL FREÁTICO														

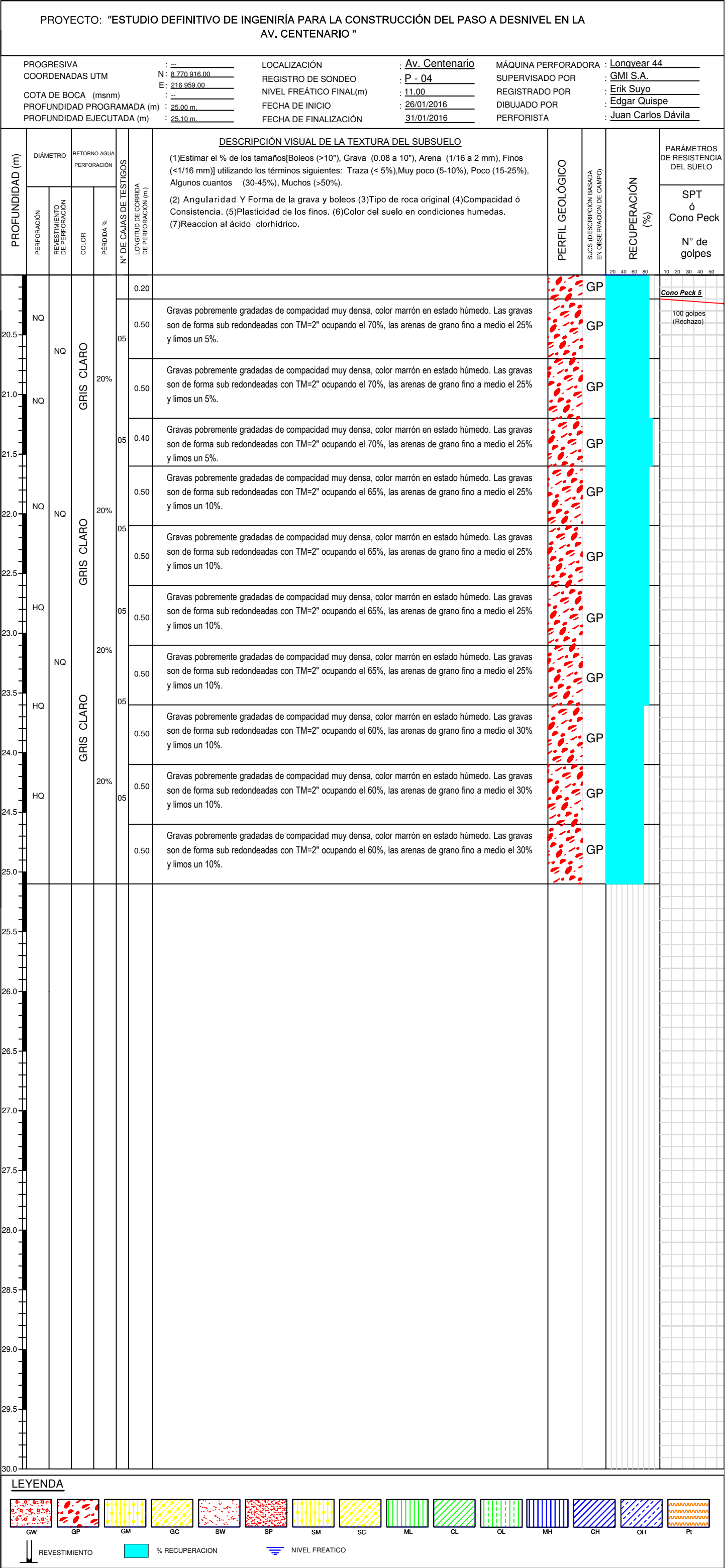
PROYECTO: "ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIRÍAPARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PASO A DESNIVEL EN LA AV. CENTENARIO "											
PROGRESIVA		: ---		LOCALIZACIÓN		: <u>Av. Centenario</u>		MÁQUINA PERFORADORA		: <u>Longyear 44</u>	
COORDENADAS UTM		N: <u>8 770 919.66</u>		REGISTRO DE SONDEO		: <u>P - 03</u>		SUPERVISADO POR		: <u>GMI S.A.</u>	
		E: <u>216 939.68</u>		NIVEL FREÁTICO FINAL(m)		: <u>9.80</u>		REGISTRADO POR		: <u>Erik Suyo</u>	
COTA DE BOCA (msnm)		: ---		FECHA DE INICIO		: <u>19/01/2016</u>		DIBUJADO POR		: <u>Edgar Quispe</u>	
PROFUNDIDAD PROGRAMADA (m)		: <u>25.00 m.</u>		FECHA DE FINALIZACIÓN		: <u>25/01/2016</u>		PERFORISTA		: <u>Juan Carlos Dávila</u>	
PROFUNDIDAD EJECUTADA (m)		: <u>25.00 m.</u>									
PROFUNDIDAD (m)	DIÁMETRO		RETORNO AGUA PERFORACIÓN		N° DE CAJAS DE TESTIGOS	LONGITUD DE CORRIIDA DE PERFORACIÓN (m.)	DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA TEXTURA DEL SUBSUELO	PERFIL GEOLÓGICO	SUCS (DESCRIPCIÓN BASADA EN OBSERVACIÓN DE CAMPO)	RECUPERACIÓN (%)	PARÁMETROS DE RESISTENCIA DEL SUELO
	PERFORACIÓN	REVESTIMIENTO DE PERFORACIÓN	COLOR	PÉRDIDA %							
10.5 											





SONDEO 04












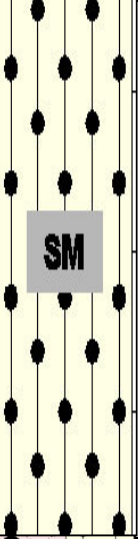

CALICATAS

181318-REG-CG-01	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS 181318-70-LAB-C15-CG-01 		FECHA:		181318-70-LAB-C15						
			17/10/2016								
REGISTRO DE EXCAVACIÓN DE CALICATA (ASTM D-2488)											
PROYECTO :	181318 "Estudio Definitivo de Ingeniería para la Construcción del Paso a Dsnivel Av. Centenario"										
	CALICATA :		CG-01								
	PROGRESIVA :										
	CLIENTE :		NORVIAL								
	Descripción :		Sentido Huacho - Pativilca								
	REALIZADO POR :		ERIK SUYO								
	REVISADO POR :		VICTOR VASQUEZ								
	APROBADO POR :		JOSE MELCHOR								
	COORDENADAS										
	E :		216,937								
	N :		8,770,793								
HUSO/ZONA		18L									
OBSERVACIONES :											
DESCRIPCIÓN DE LA CALICATA											
PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	% Gravas	% Arenas	% Finos	Estructura	Angularidad	Compacidad	Consistencia	Resistencia en Estado Seco	MUESTRA
	MD	0.00 - 0.50.- Material de Cobertura, Arena de Relleno color gris claro con presencia de raíces y materiales de desmonte.	-	-	-	-	-	-	-	-	S/M
1.00	SP-SM	0.50 - 3.00.- Arena pobremente gradada limosa, homogéneo, de color marrón claro, en estado húmedo, no plástico.	0	92	8	Homogénea	-	Medianamente Denso	-	-	M-1
2.00											
3.00											



Observacion : _____

181318-REG-CG-02	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS 181318-70-LAB-C15-CG-02 										
			FECHA: 17/10/2016	181318-70-LAB-C15							
REGISTRO DE EXCAVACIÓN DE CALICATA (ASTM D-2488)											
PROYECTO :	181318 "Estudio Definitivo de Ingeniería para la Construcción del Paso a Desnivel Av. Centenario"										
	CALICATA :		CG-02								
	PROGRESIVA :										
	CLIENTE :		NORVIAL								
	Descripción :		Sentido Huacho - Pativilca								
	REALIZADO POR :		ERIK SUYO								
	REVISADO POR :		VICTOR VASQUEZ								
	APROBADO POR :		JOSE MELCHOR								
	COORDENADAS										
	E :		216,893								
	N :		8,770,618								
HUSO/ZONA		18L									
OBSERVACIONES :											
DESCRIPCIÓN DE LA CALICATA											
PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	% Gravas	% Arenas	% Finos	Estructura	Angularidad	Compacidad	Consistencia	Resistencia en Estado Seco	MUESTRA
	MD	0.00 - 0.60.- Material de Cobertura, Arena de Relleno color gris claro con presencia de raíces y materiales de desmonte.	-	-	-	-	-	-	-	-	S/M
1.00	SP	0.60 - 3.00.- Material Arena pobremente gradada, homogéneo, de color marrón claro, en estado ligeramente húmeda, no plástico.	0	95	5	Homogénea	-	Medianamente Denso	-	-	M-1
2.00											
3.00											

Observacion : _____

181318-REG-CG-03	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS 181318-70-LAB-C15-CG-03 										
	FECHA: 19/10/2016		181318-70-LAB-C15								
REGISTRO DE EXCAVACIÓN DE CALICATA (ASTM D-2488)											
PROYECTO :	181318 "Estudio Definitivo de Ingeniería para la Construcción del Paso a Desnivel Av. Centenario"										
	CALICATA :		CG-03								
	PROGRESIVA :										
	CLIENTE :		NORVIAL								
	Descripción :		Sentido Pativilca - Huacho								
	REALIZADO POR :		ERIK SUYO								
	REVISADO POR :		VICTOR VASQUEZ								
	APROBADO POR :		JOSE MELCHOR								
	COORDENADAS										
	E :		216,994								
	N :		8,771,017								
HUSO/ZONA		18L									
OBSERVACIONES :											
DESCRIPCIÓN DE LA CALICATA											
PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	% Gravas	% Arenas	% Finos	Estructura	Angularidad	Compacidad	Consistencia	Resistencia en Estado Seco	MUESTRA
		0.00 - 0.70.- Material de Cobertura, Arena de Relleno color gris claro con presencia de raíces y materiales de desmonte.	-	-	-	-	-	-	-	-	S/M
1.00		0.70 - 2.30.- Material Arena Limosa, homogéneo, de color marrón claro, en estado ligeramente húmeda, no plástico.	0	87	13	Homogénea	-	Medianamente Denso	-	-	M-01
2.00		2.30 - 3.00.- Grava pobremente gradada con limo y Arena, de forma subredondeada, con tamaño máximo 3", la matriz no plástica de color marrón claro en estado húmedo.	57	38	5	Homogénea	Sub-redondeado	Medianamente Denso	-	-	M-02
3.00											

Observacion : _____

181318-REG-CG-04	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS 181318-70-LAB-C15-CG-04 										
			FECHA: 19/10/2016	181318-70-LAB-C15							
REGISTRO DE EXCAVACIÓN DE CALICATA (ASTM D-2488)											
PROYECTO :	181318 "Estudio Definitivo de Ingeniería para la Construcción del Paso a Desnivel Av. Centenario"										
	CALICATA :		CG-04								
	PROGRESIVA :										
	CLIENTE :		NORVIAL								
	Descripción :		Sentido Pativilca - Huacho								
	REALIZADO POR :		ERIK SUYO								
	REVISADO POR :		VICTOR VASQUEZ								
	APROBADO POR :		JOSÉ MELCHOR								
	COORDENADAS										
	E :		217,029								
	N :		8,771,156								
HUSO/ZONA		18L									
OBSERVACIONES :											
DESCRIPCIÓN DE LA CALICATA											
PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	% Gravas	% Arenas	% Finos	Estructura	Angularidad	Compacidad	Consistencia	Resistencia en Estado Seco	MUESTRA
	MD	0.00 - 0.30.- Material de Cobertura, Arena de Relleno color gris claro con presencia de raíces y materiales de desmonte.	-	-	-	-	-	-	-	-	S/M
1.00	SP-SM	0.30 - 2.10.- Arena pobremente gradada con limo, de compacidad denso, de color gris claro, no plástica en estado húmedo, con presencia de restos marinos (conchas)	0	89	11	Homogénea	-	Medianamente Denso	-	-	M-01
2.00											
	GP	2.10 - 3.00.- Grava pobremente gradada con arena, de forma subredondeada, de tamaño máximo 3", y con bolonería en un 10% con tamaños comprendidos entre 3" a 6", la matriz es no plástica de color marrón claro en estado húmedo.	64	33	3	Homogénea	Sub-redondeado	Medianamente Denso	-	-	M-02
3.00											

Observacion : _____

ANEXO C: PANEL FOTOGRÁFICO

REFRACCIÓN SÍSMICA LS-01 Y MASW-01



REFRACCIÓN SÍSMICA LS-02 Y MASW-02



REFRACCIÓN SÍSMICA LS-03 Y MASW-03



REFRACCIÓN SÍSMICA LS-04 Y MASW-04



9W/- /lb 59{hb59h{



TRANSLADO DE MAQUINAS



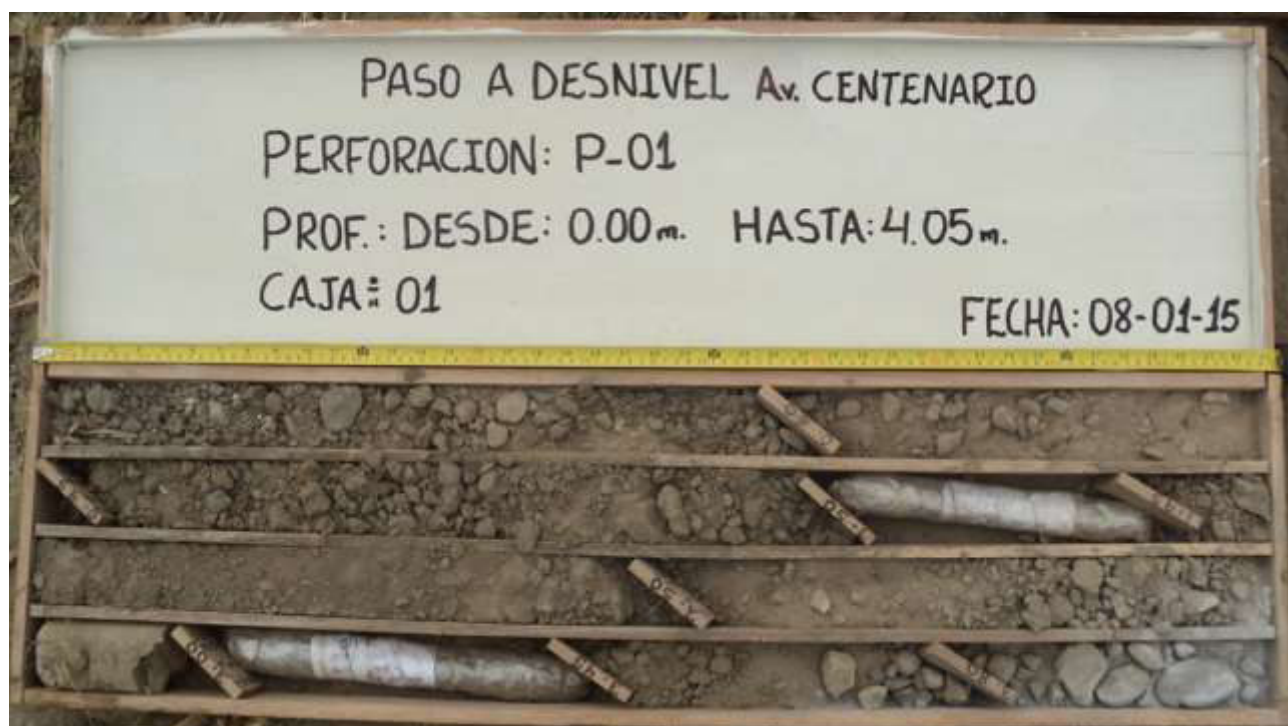
PERFORACIÓN P-01

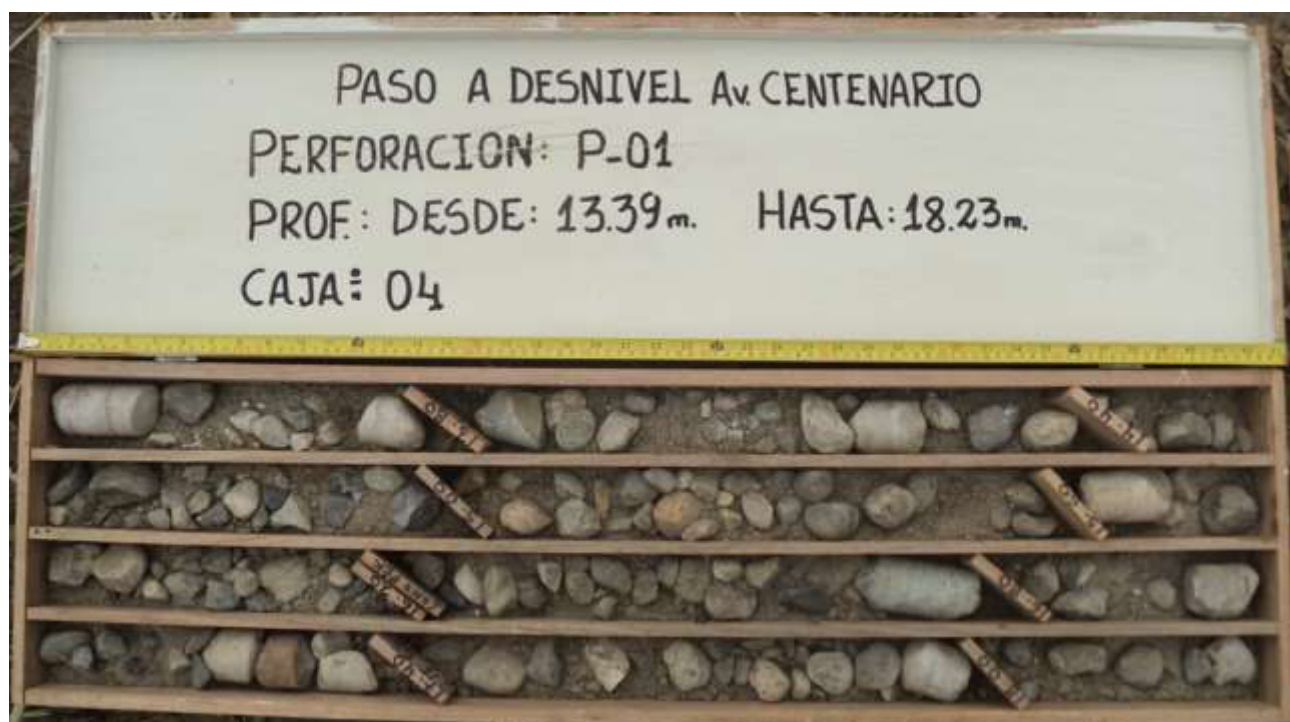
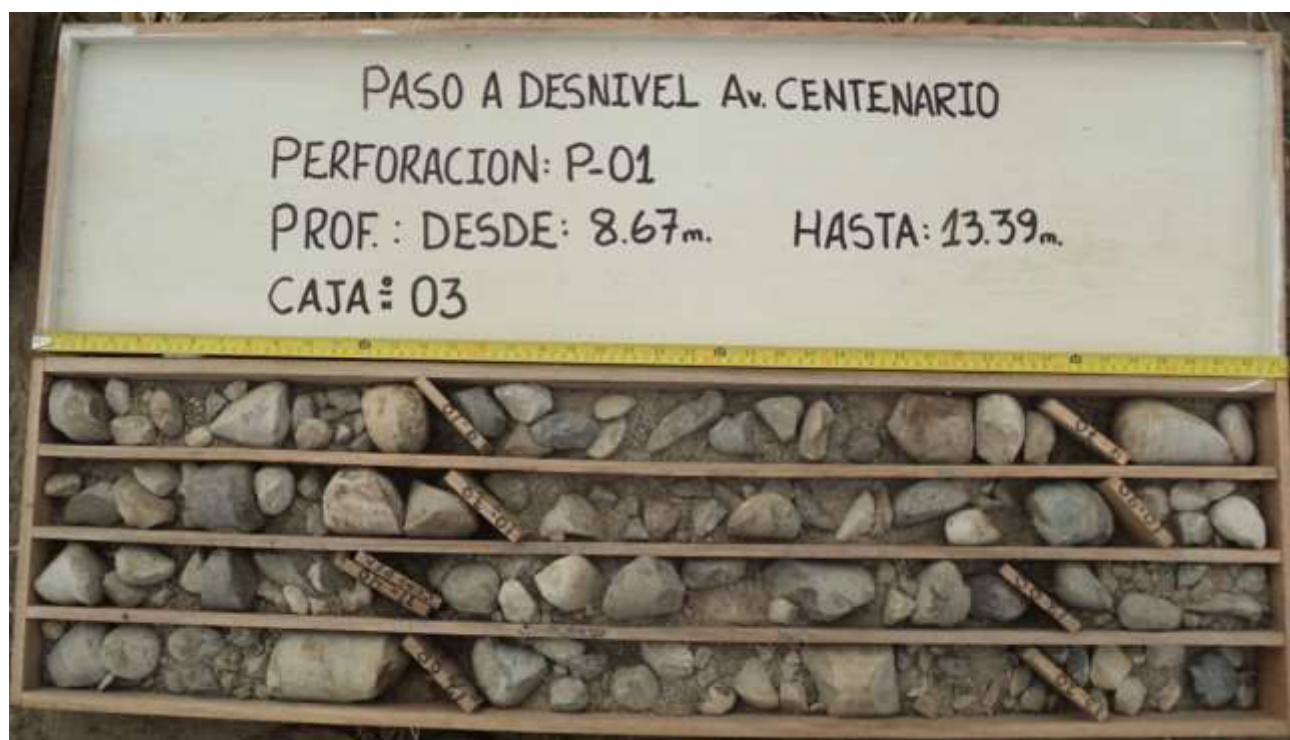


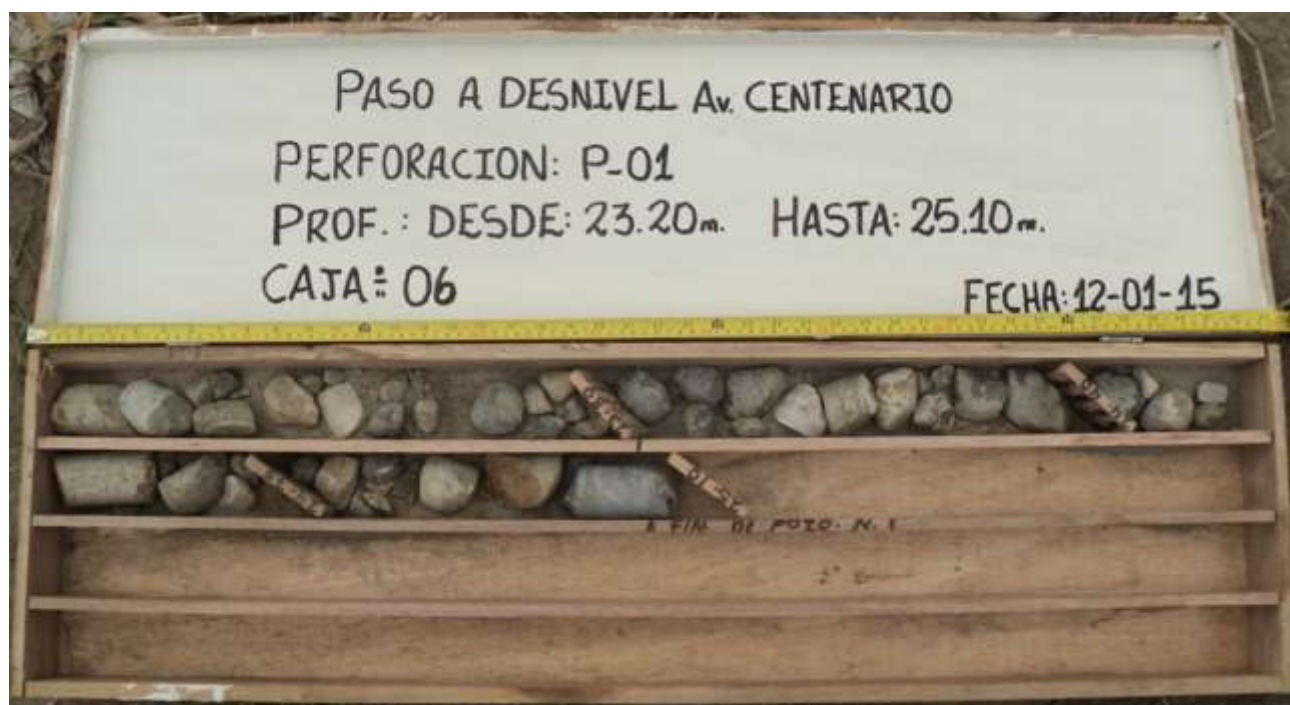
*Vista donde se aprecia el desarrollo de la perforación diamantina en el punto P – 01 del **Paso a desnivel de la Av. Centenario***



Extracción del tubo interior para recuperación de testigo y posterior colocado en la canaleta





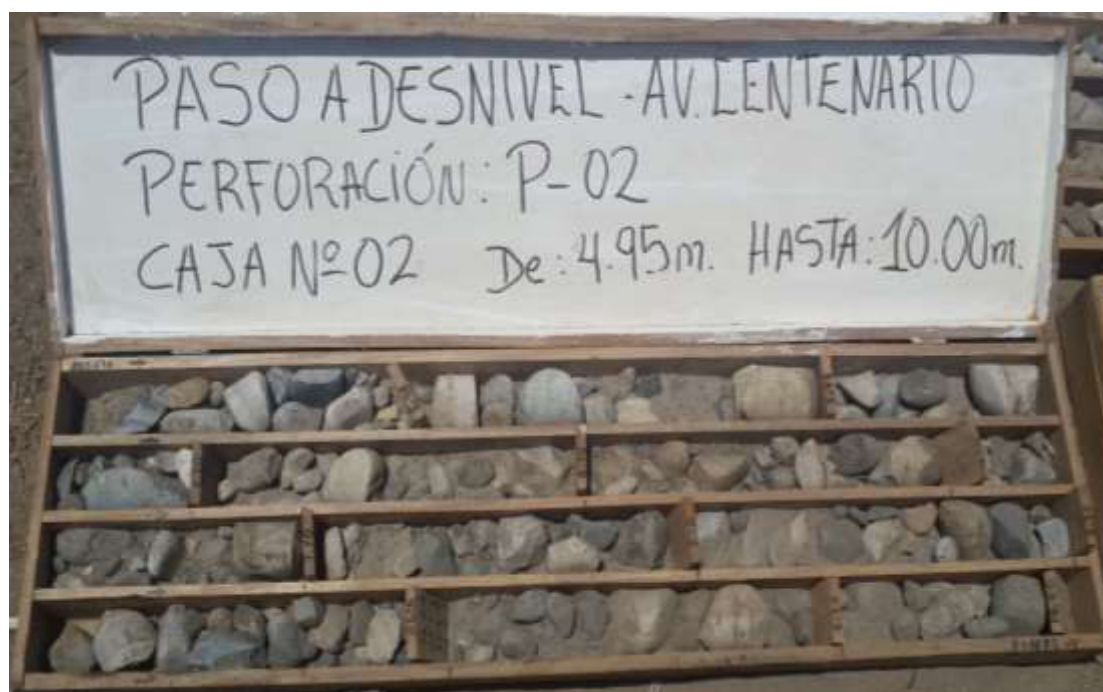
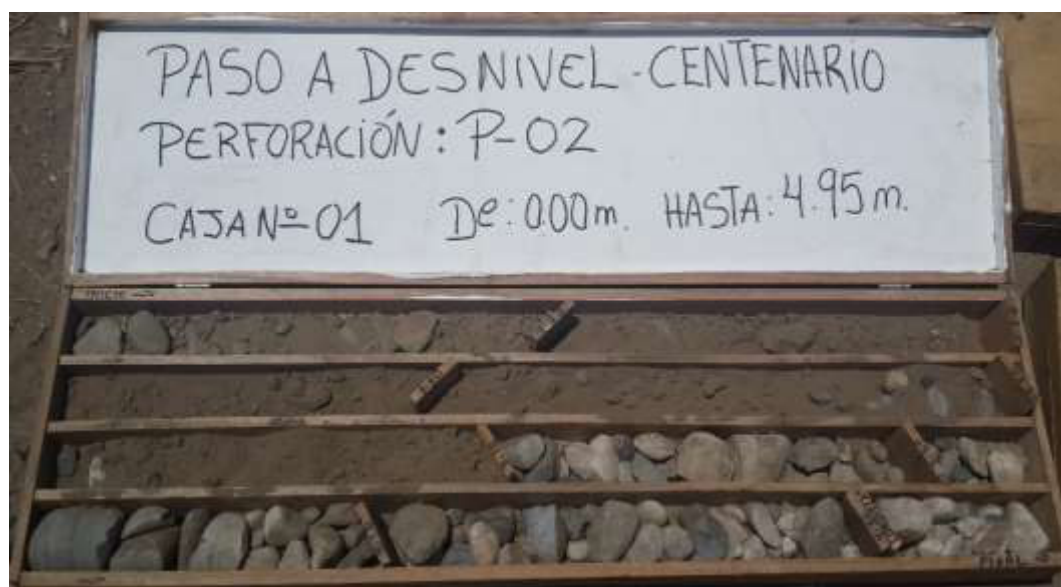


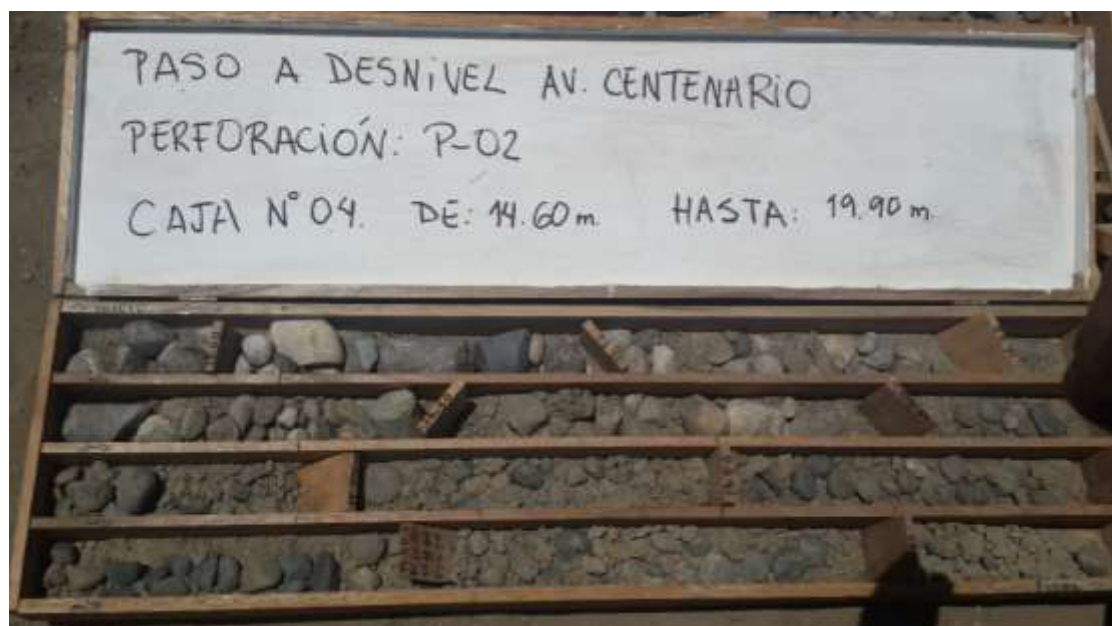
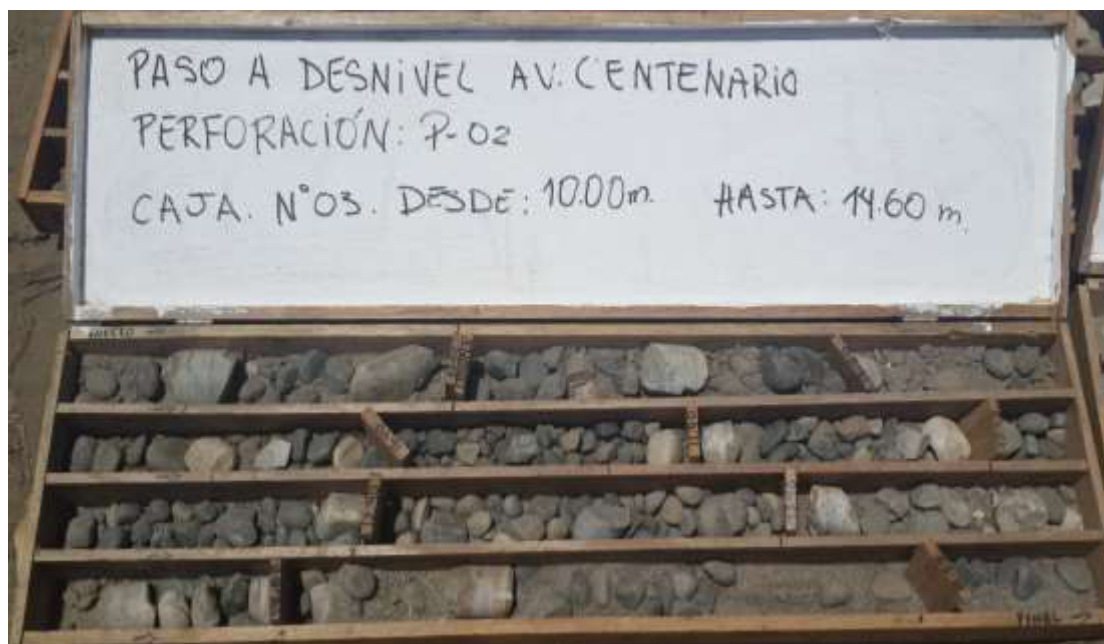
PERFORACIÓN P-02

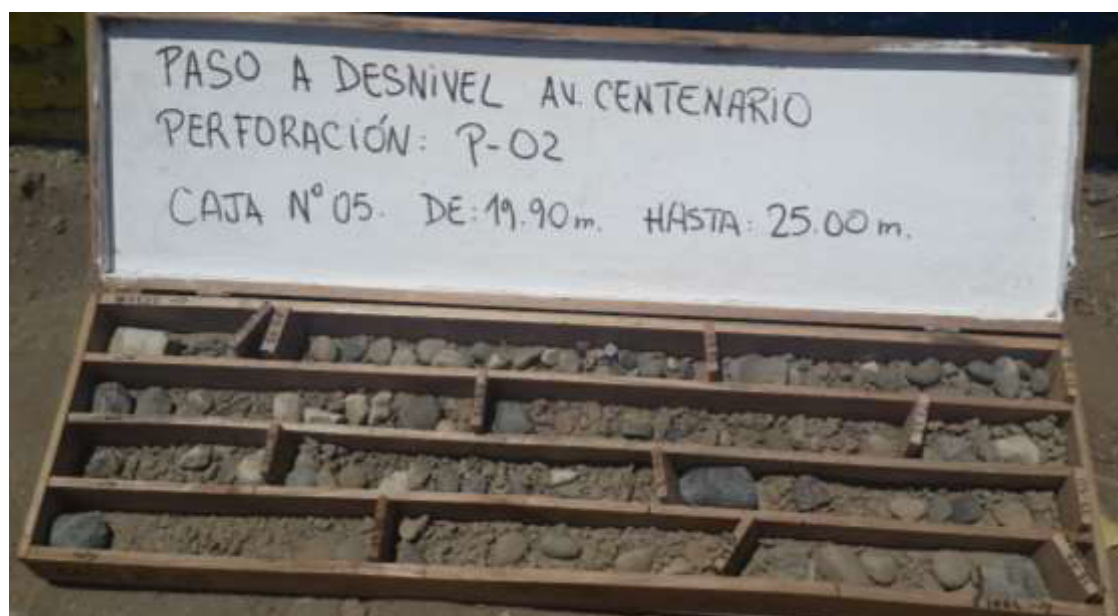


*Vista donde se aprecia el desarrollo de la perforación diamantina en el punto P – 02 del **Paso a desnivel de la Av. Centenario***









PERFORACIÓN P-03

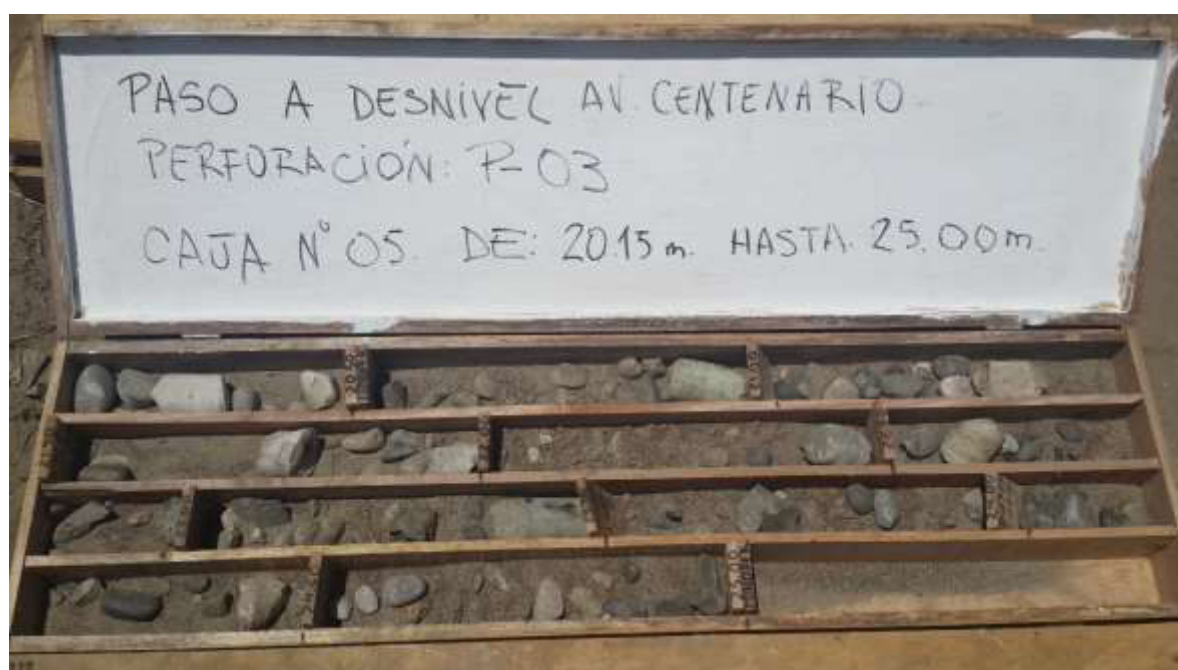
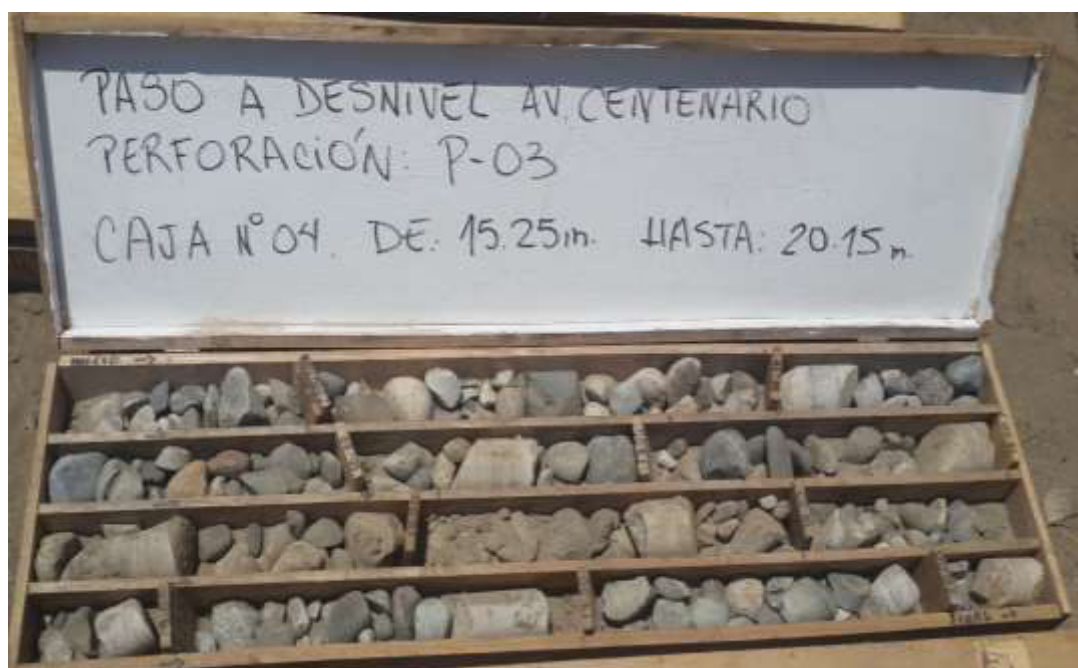


*Vista donde se aprecia el desarrollo de la perforación diamantina en el punto P – 03 del **Paso a desnivel de la Av. Centenario***



*Recuperación de testigo del tubo interior y posterior
colocado en la canaleta*

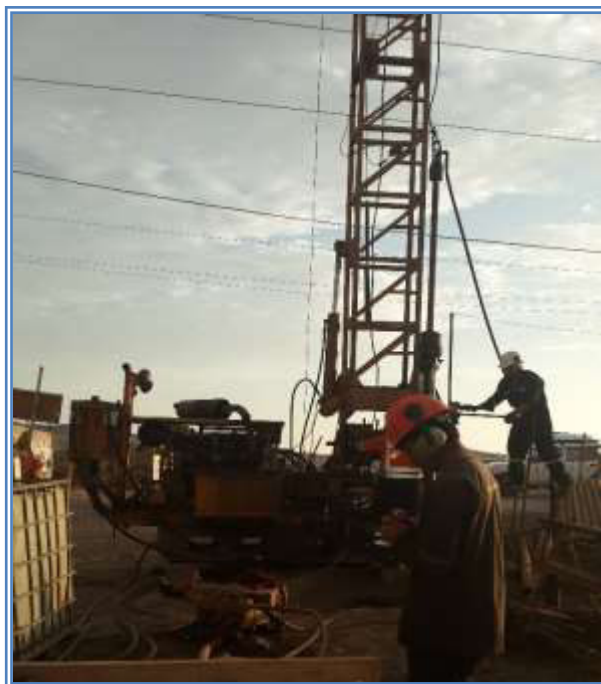




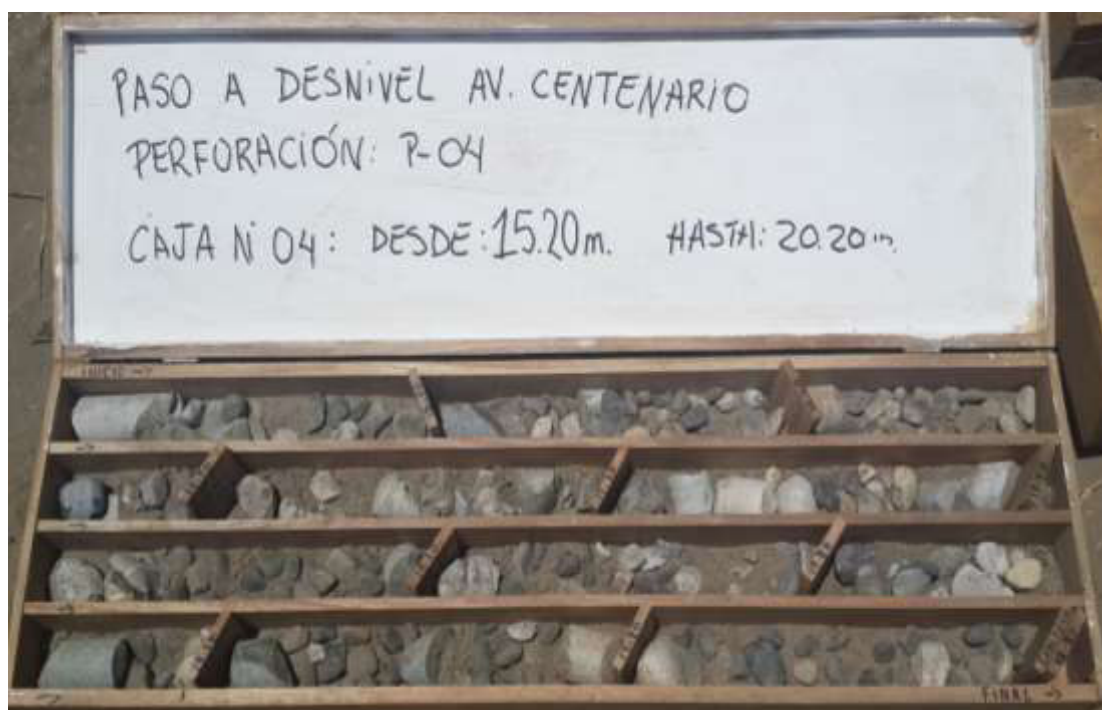
PERFORACIÓN P-04

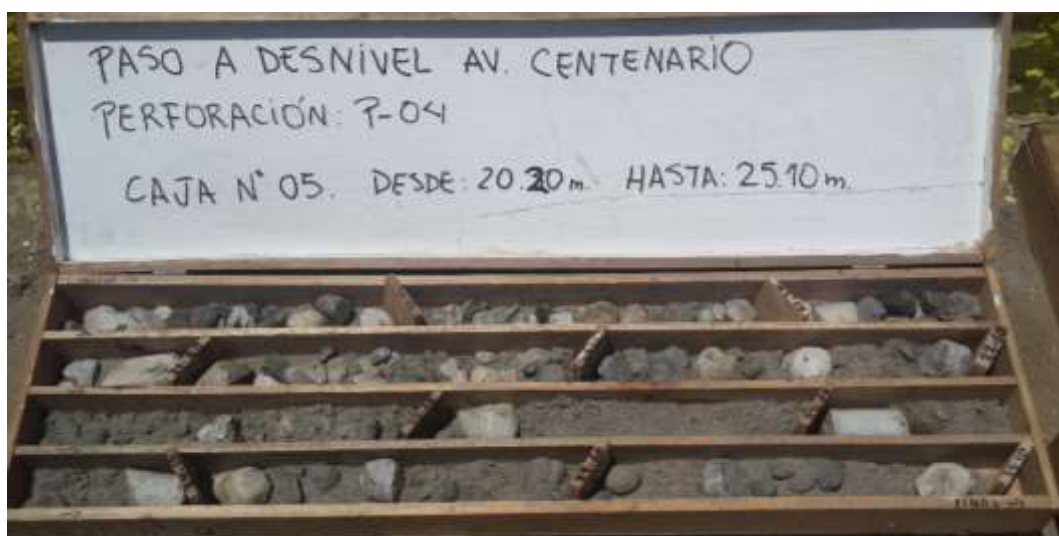


*Vista donde se aprecia el desarrollo de la perforación diamantina en el punto P – 03 del **Paso a desnivel de la Av. Centenario***

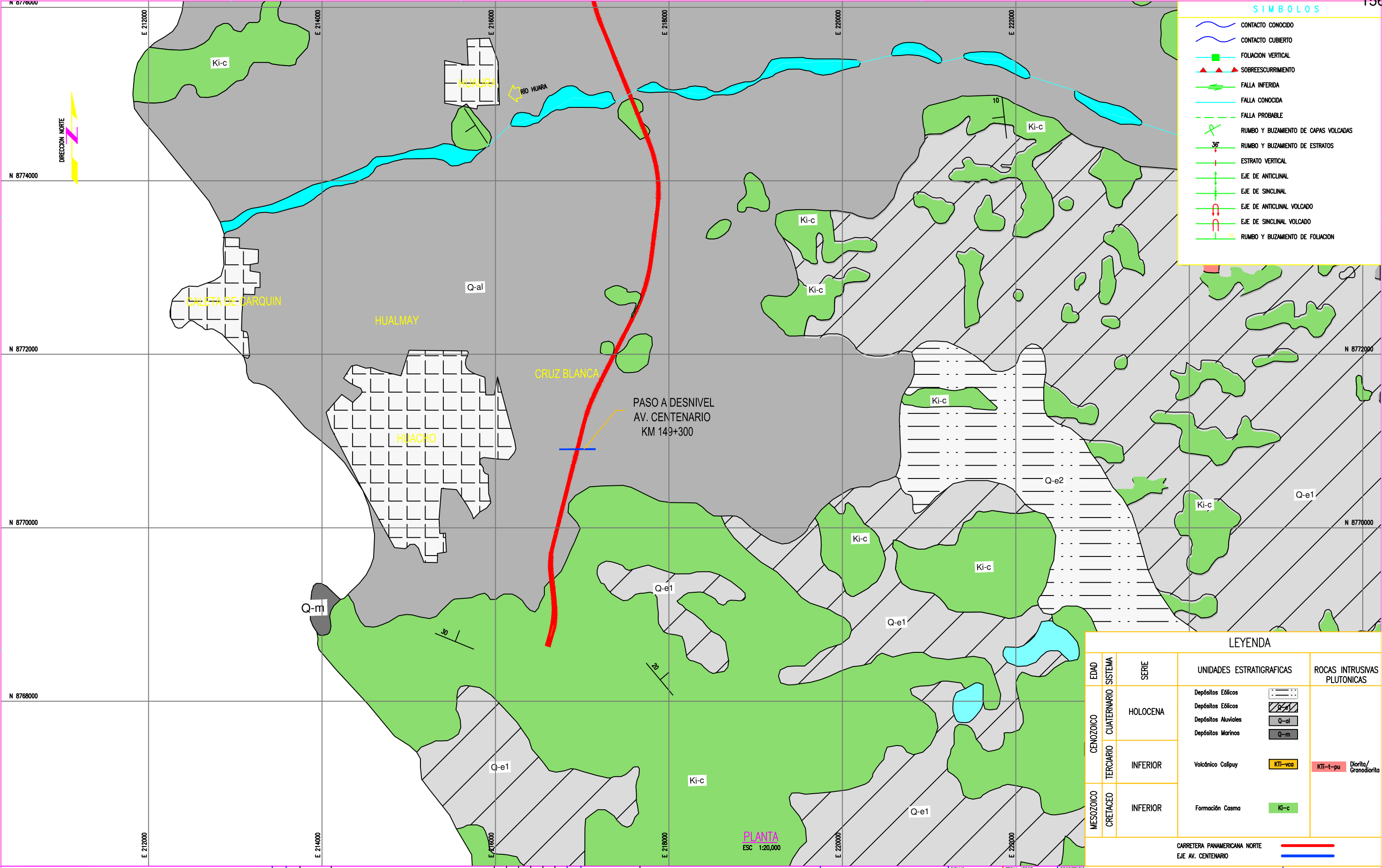








ANEXO D: PLANOS



SÍMBOLOS

CONTACTO CONOCIDO

CONTACTO CUBIERTO

LEYENDA

EDAD	SISTEMA	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	ROCAS INTRUSIVAS PLUTONICAS
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENA	Depósitos Eólicos	
			Depósitos Eólicos	
			Depósitos Aluviales	
			Depósitos Marinos	
TERCIARIO	INFERIOR	Volcánico Calipuy		
MESOZOICO	CRETACEO	INFERIOR	Formación Casma	

CARRETERA PANAMERICANA NORTE
EJE AV. CENTENARIO

PROPIETARIO

CONCESIONARIA NORVIAL S.A.

PROYECTO

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PASO A DESNIVEL EN LA AV. CENTENARIO. AUTOPISTA HUACHO-PATIVILCA

PLANO













GEOLOGIA REGIONAL DEL PASO A DESNIVEL AV. CENTENARIO

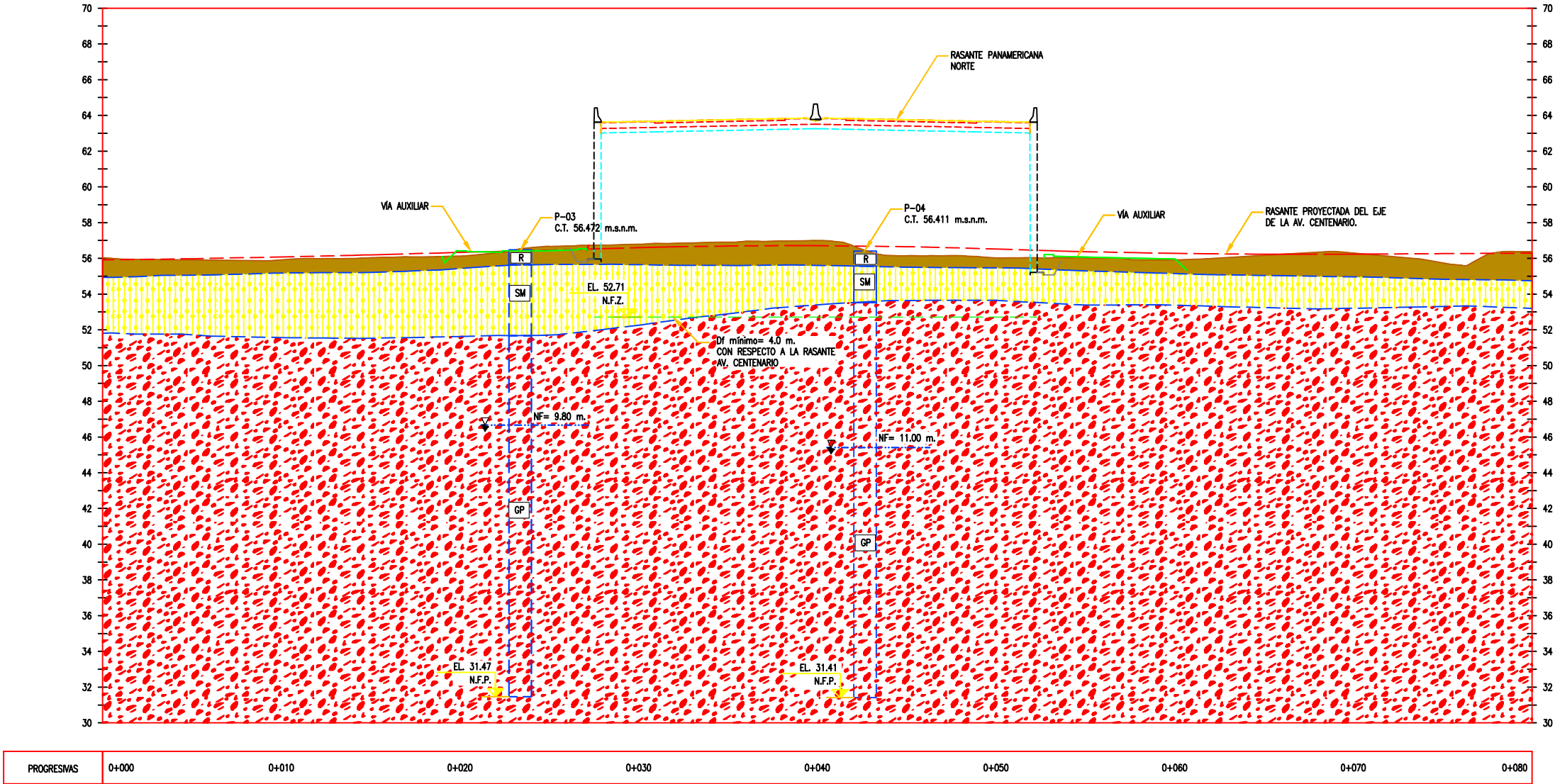
ESCALA INDICADA

NUMERO PLANO CLIENTE

181318-100-52-004

REV.

SIMBOLOGÍA		LEYENDA	
--- PERFORACIÓN PROYECTADA P-X		 GW = Gravas bien graduados	 SW = Arenas bien graduados
- - - TERRENO NATURAL		 GP = Gravas pobremente graduados	 SP = Arenas pobremente graduados
— RASANTE		 GM = Gravas limosas	 SM = Arenas limosas
EL. ELEVACIÓN		 GC = Gravas arcillosas	 SC = Arenas arcillosas
CT. COTA DE TERRENO		 CL = Arcillas de baja plasticidad	 R = Relleno
N.F. NIVEL FREÁTICO		 ML = Limo de baja plasticidad	 CL - ML
N.F.P. NIVEL FONDO PERFORACIÓN			
DF mínimo PROFUNDIDAD DE DESPLANTE			
N.F.Z. NIVEL FONDO ZAPATA			



PERFIL ESTRATIGRÁFICO EJE 2-2 DEL ESTRIBO 2 – PASO A DESNIVEL AV. CENTENARIO
ESC 1:150

SIMBOLOGÍA

--- PERFORACIÓN PROYECTADA P-X
--- TERRENO NATURAL
--- RASANTE
EL. ELEVACIÓN
CT. COTA DE TERRENO
N.F. NIVEL FREÁTICO
N.F.P. NIVEL FONDO PERFORACIÓN
Df mínimo PROFUNDIDAD DE DESPLANTE
N.F.Z. NIVEL FONDO ZAPATA

LEYENDA

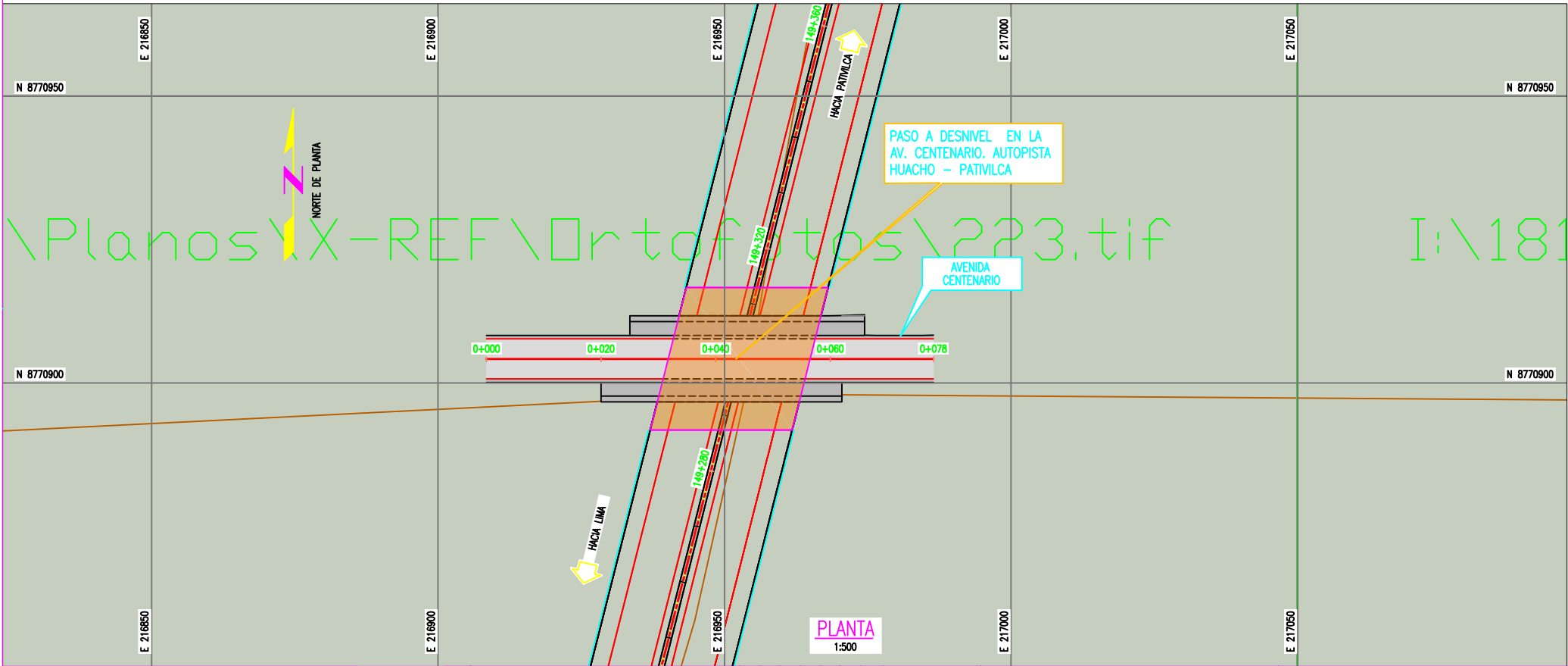
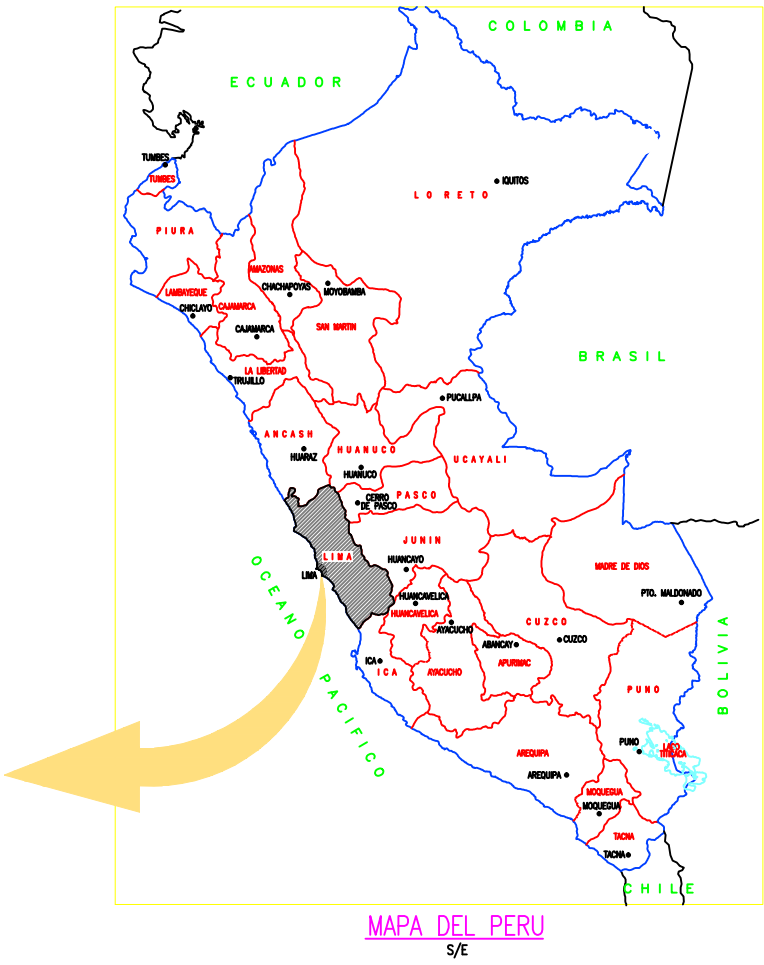
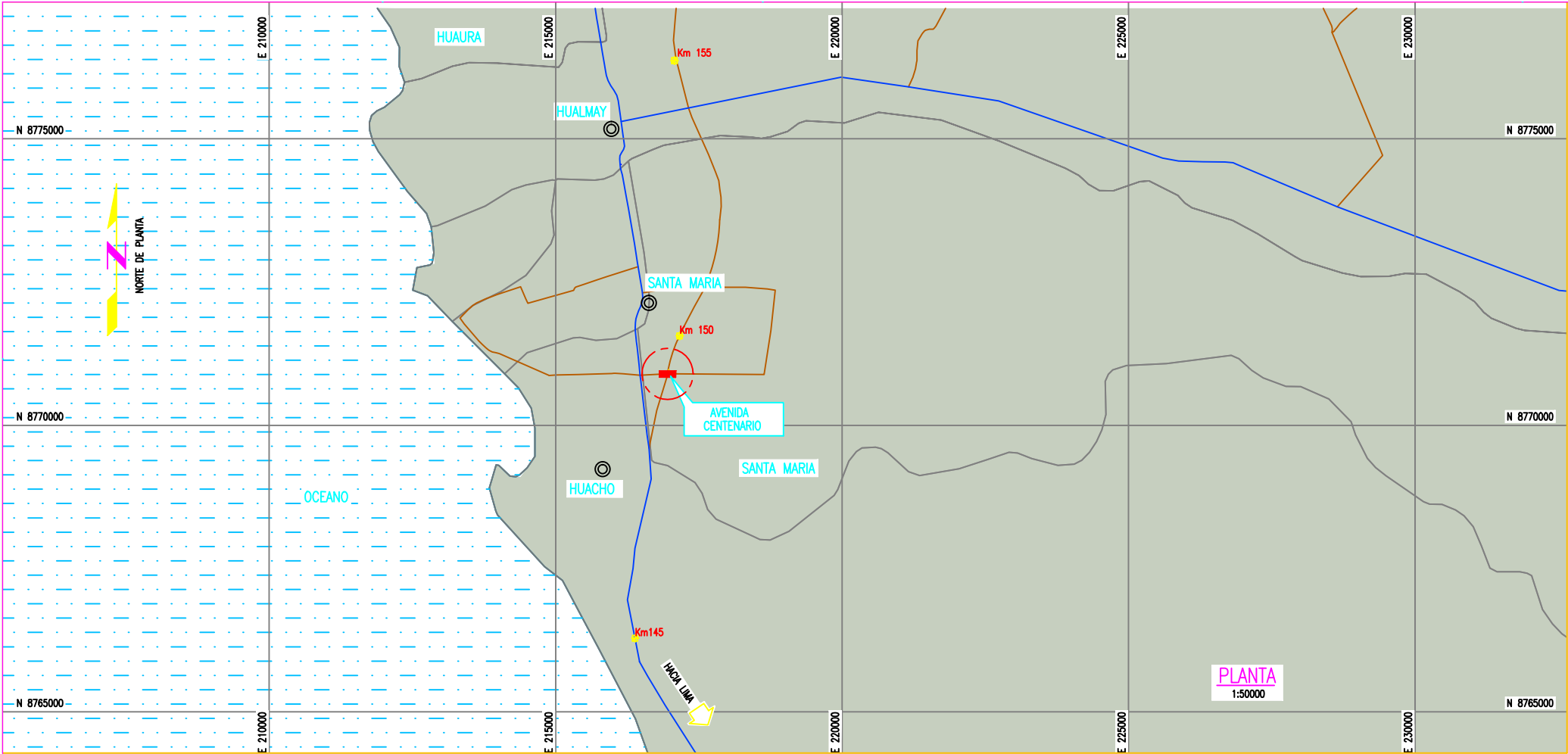
GW = Gravas bien graduados	SW = Arenas bien graduados
GP = Gravas pobremente graduados	SP = Arenas pobremente graduados
GM = Gravas limosas	SM = Arenas limosas
GC = Gravas arcillosa	SC = Arenas arcillosa
CL = Arcillas de baja plasticidad	R = Relleno
ML = Limo de baja plasticidad	CL - ML

PROPIETARIO
CONCESIONARIA NORVIAL S.A.

PROYECTO
ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PASO A DESNIVEL EN LA AV. CENTENARIO. AUTOPISTA HUACHO-PATIVILCA

PLANO
PERFIL ESTRATIGRÁFICO EJE 2-2 DEL PASO A DESNIVEL AV. CENTENARIO

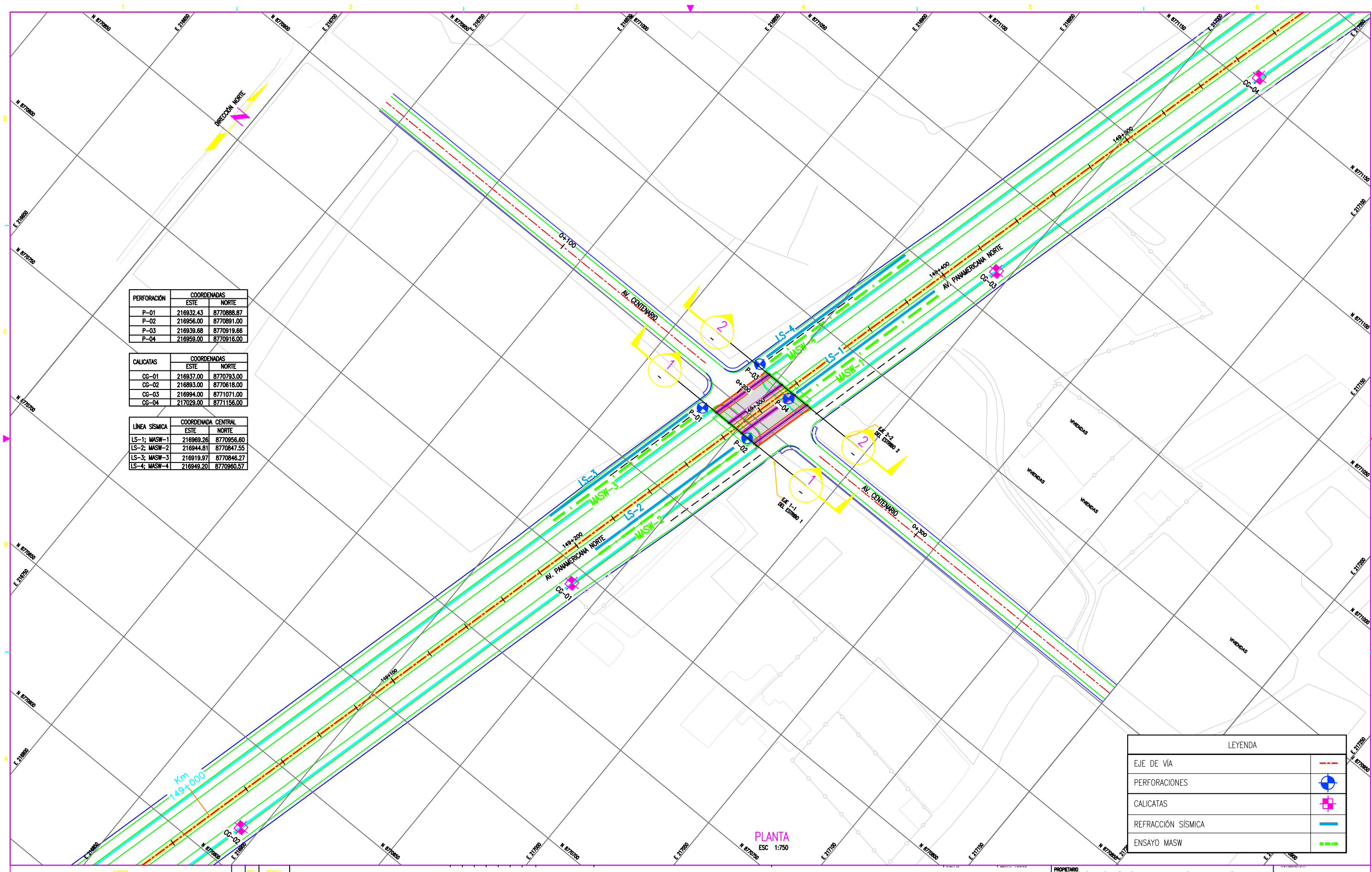
ESCALA 1:150	NUMERO PLANO 181318-100-52-003	REV. C
-----------------	-----------------------------------	-----------



LEYENDA	
EJE INTERCAMBIO VIAL HUACHO	—
CALZADA EXISTENTE	- - -
LIMITE PROVINCIAL	—
LIMITE DISTRITAL	—
CAPITAL DISTRITAL	⊙
CARRETERA ASFALTADA	—
RED NACIONAL	—
RED VECINAL	—

- NOTAS
1. LA ESCALA MOSTRADA ES PARA FORMATO A1, PARA A3 CONSIDERAR EL DOBLE.
 2. LAS COORDENADAS E INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA MOSTRADA CORRESPONDEN A LA PROYECCIÓN UTM: WGS 84 ZONA 18 SUR.

PROYECTO			CONFIDENCIAL ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL, SON PROPIEDAD DE SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.
PASO A DESNIVEL AV. CENTENARIO			
PLANO			
PLANO DE UBICACION DEL PROYECTO			Lima 34, PERU Tel: 213-5600 www.gmba.com.pe
ESCALA	NUMERO PLANO	REV.	



PERFORACIÓN	COORDENADAS	
	ESTE	NORTE
P-01	216932.43	8770888.87
P-02	216956.00	8770891.00
P-03	216939.68	8770919.66
P-04	216959.00	8770916.00

CALICATAS	COORDENADAS	
	ESTE	NORTE
CG-01	216937.00	8770793.00
CG-02	216893.00	8770618.00
CG-03	216994.00	8771071.00
CG-04	217029.00	8771156.00

LINEA SÍSMICA	COORDENADA CENTRAL	
	ESTE	NORTE
LS-1; MASW-1	216969.26	8770956.60
LS-2; MASW-2	216944.81	8770847.55
LS-3; MASW-3	216919.97	8770846.27
LS-4; MASW-4	216949.20	8770960.57

LEYENDA	
EJE DE VÍA	---
PERFORACIONES	●
CALICATAS	✦
REFRACCIÓN SÍSMICA	—
ENSAYO MASW	—

PLANTA
ESC 1:750

PROPIETARIO CONCESIONARIA NORVIAL S.A.		
PROYECTO ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PASO A DESNIVEL EN LA AV. CENTENARIO. AUTOPISTA HUACHO-PATIVILCA		
PLANO UBICACIÓN DE PROSPECCIONES GEOTÉCNICAS DEL PASO A DESNIVEL AV. CENTENARIO		
ESCALA 1:500	NÚMERO PLANO 181318-100-52-001	REV. C
ARCH. CAD: .		